

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Conservação e Restauro

**AVALIAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE TRATAMENTO DE DESENHOS A
PASTEL**

Por

Vera Pimenta Lory da Silva Pires

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
para a obtenção do grau de Mestre em Conservação e Restauro
Área de Documentos Gráficos

Orientador: Professor Doutor António João Cruz (IPT e CITAR)
Co-Orientador: Dr^a. Francisca Figueira (IMC)

Lisboa
2010

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos:

- Ao Professor Doutor António João Cruz, meu orientador, pelo rigor, disponibilidade e prontidão, e por toda a orientação.

- À Dra. Francisca Figueira, minha co-orientadora, pela disponibilidade, incentivo e apoio técnico, e por toda a orientação e acompanhamento.

- Ao Instituto dos Museus e da Conservação, em particular Departamento de papel do IMC.

Ao Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, pelas análises de SEM, em especial ao Dr. Nuno Leal, por todo o apoio técnico, preocupação e disponibilidade.

Ao Laboratório José de Figueiredo, pelo apoio prestado ao nível técnico.

Ao Departamento de Conservação e Restauro da FCT-UNL, em especial à Doutora Maria João Melo e à Doutora Márcia Vilarigues, e à Ana Maria.

- Aos meus pais e à minha irmã, pelo apoio incondicional, paciência e compreensão, ao longo de todo o processo.

- Às minhas colegas de curso, Catarina Gonçalves, Filipa Pacheco e Raquel Santos, pela ajuda e incentivo ao longo de todo o processo

RESUMO

Este estudo pretende avaliar o método de tratamento de desenhos a pastel, utilizado desde 1992, na Área de Papel do Departamento de Conservação e Restauro, do Instituto dos Museus e da Conservação (IMC), comparando-o com mais três tratamentos referenciados na literatura, nomeadamente lavagem por imersão, lavagem por sucção com vaporização de água e lavagem por humidificação ultra-sónica. Os tratamentos foram testados em provetes envelhecidos e não envelhecidos, em três tipos de papel (papel Arches Aquarelle, papel de desenho preto da Canson e papel de veludo), e quatro pastéis (preto, branco, azul e vermelho). Os resultados foram analisados à vista desarmada, com lupa binocular, microscópio óptico, e microscópio electrónico de varrimento (SEM). Concluiu-se que o método do IMC apenas deverá ser utilizado em desenhos a pastel envelhecidos, sobre papel de veludo.

ABSTRACT

This study compares the treatment method used at the Portuguese Institute of Museums and Conservation (IMC), for pastel drawings treatment, with other methods described in literature. The treatment consists of alkaline blotter washing in a humidifying chamber, and the three other methods described in literature, namely immersion in cold water, suction with fine water mist spraying of surface, and ultrasonic mist over a dry blotter.

The tested treatments were applied to non aged and aged samples, made of three types of paper and four pastel sticks. Each sample paper had one coloured stick image totalling 120 samples with 100 x100 mm². These were monitored and analysed through digital imaging in different light sources and incidences, stereomicroscopy, and optical microscopy and scanning electronic microscopy. It was possible to conclude that the IMC method should only be applied in aged pastel drawings over flocked paper.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	2
RESUMO	Erro! Marcador não definido.
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO	6
O Pastel – Composição, Técnica e Suportes	6
Consequências dos Tratamentos Aquosos no Pastel	7
TRABALHO EXPERIMENTAL	8
Preparação dos Provetes	8
Métodos de Tratamento	11
Imersão	11
Sucção com Vaporização de Água	11
Lavagem por Humidificação Ultra-sónica	11
Lavagem por Humidificação Ultra-sónica sobre Mata-borrões Alcalinos (Método do IMC)	11
RESULTADOS	12
Observação à Vista Desarmada	12
Tratamento por Imersão	12
Tratamento por Sucção com Vaporização de Água	14
Tratamento por Humidificação Ultra-sónica	16
Tratamento com o Método do IMC	17
Observação com Lupa Binocular	18
Tratamento por Imersão	18
Tratamento por Sucção com Vaporização de Água	20
Tratamento por Humidificação Ultra-sónica	21
Tratamento com o Método do IMC	22
Análise com Microscópio Electrónico de Varrimento (SEM)	22
Tratamento por Imersão	23
Tratamento por Sucção com Vaporização de Água	25
Tratamento por Humidificação Ultra-sónica	25
Tratamento com o Método do IMC	26
Análise das Secções Transversais com Microscópio Óptico (MO)	27
Tratamento por Imersão	27
Tratamento por Sucção com Vaporização de Água	28
DISCUSSÃO	28
CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	33
ANEXOS	365

INTRODUÇÃO

Com este estudo pretende-se avaliar o método de tratamento de desenhos a pastel, utilizado no Instituto dos Museus e da Conservação (IMC), comparando-o com três métodos descritos na literatura. O método do IMC é um tratamento por humificação ultra-sónica sobre mata-borrões alcalinos em ambiente húmido. Para esta comparação com o método do IMC, foram seleccionados os tratamentos referidos no artigo de Vicent Daniels “The effects of water treatments on paper with applied pastel or powder pigment”. Os métodos referidos são a lavagem por imersão, a lavagem por sucção com vaporização de água, e a lavagem por humificação ultra-sónica. Este artigo foi seleccionado por ser o único que apresenta um estudo analítico das consequências das metodologias empregues no tratamento de desenhos a pastel.

Os pastéis são materiais friáveis, utilizados sob a forma de bastões coesos, e compostos essencialmente por três componentes principais: o pigmento, o ligante e a carga [1 – 4].

Os desenhos a pastel são considerados o tipo de pintura mais frágil [2, 4 – 8], e padecem de pouca resistência ao desgaste mecânico [1, 4], podendo sofrer danos irrecuperáveis quando sujeitos à fricção superficial [5], o que torna o seu manuseamento/tratamento uma tarefa difícil e que exige cuidados redobrados [2, 9 e 10]. Com o envelhecimento dos desenhos a pastel torna-se, por vezes, necessário aplicar um tratamento. Os tratamentos aquosos sempre tiveram um papel importante na conservação de papel [11], e os pastéis apresentam alguns problemas durante este tipo de tratamentos [10]. Os tratamentos localizados nem sempre são suficientes ou aconselháveis, pois podem dar origem à formação de manchas, sendo preferível aplicar um tratamento em todo o papel, o que implica sujeitar o pastel a esse tratamento. É a extrema fragilidade dos desenhos a pastel, principalmente quando sujeitos a tratamentos aquosos, que justifica a necessidade deste tipo de estudos.

Existem vários tratamentos aquosos que podem ser aplicados em desenhos a pastel, sendo os mais citados na literatura os tratamentos, por imersão em água à temperatura ambiente [12 - 14] ou aquecida [1], por flutuação em água [12 e 13], por capilaridade sobre mata-borrões húmidos, em ambiente húmido [5, 12 e 13], lavagem por sucção com vaporização de água [12 - 14], e por sucção em ambiente húmido [10, 12 e 15].

O Pastel – Composição, Técnica e Suportes

Os pigmentos seleccionados para a manufactura dos bastões são os usados na pintura a têmpera, sendo preferidos os de origem mineral, por terem maior resistência à luz [1]; segundo Joanna Kosek apenas devem ser usados os pigmentos de granulometria mais fina [16].

É usada apenas uma pequena quantidade de ligante [10] (para alguns pigmentos não é necessária esta adição [10]), de forma a manter o bastão coeso, sem lhe retirar o carácter friável que dá origem à característica do desenho a pastel, ou seja, uma textura aveludada [4], sendo os mais comuns a goma tragacante, a goma-arábica, óleo de linho e o azeite [4, 16], podendo também ser utilizadas as resinas naturais ou proteínas, como colas, caseína ou ovo [17], e ainda açúcar ou suco de figo [2].

Podem também ser adicionados humectantes, tais como açúcar cristalizado, água de mel ou sabonete veneziano [16].

Os materiais utilizados como cargas conferem macieza ao pastel, sendo os mais frequentes a calcite, o gesso ou argilas, como o caulino [16]. Podiam também ser usados pigmentos brancos, como o branco de zinco, o branco de antimônio ou o branco de chumbo [4 e 17]. São ainda referidos o giz, o sulfato de bário e amido [17]. Quando são adicionados acima de uma certa proporção podem diminuir a durabilidade dos outros pigmentos [18].

Os desenhos realizados com bastões coesos deixam no suporte, por fricção, uma camada de textura aveludada, opaca e mate. Estas propriedades são consequência da estrutura das partículas (pó finamente moído), que se distribuem numa camada irregular, e da difusão da luz que se reflecte nessa camada [4]. No entanto possuem uma fraca adesão ao suporte [6 e 9], sendo por isso necessário pintar sobre um suporte texturado, que favoreça a adesão [1 e 2].

Podem ser usados vários tipos de suporte, nomeadamente papel, pergaminho, tecido, cobre, telas preparadas, seda e painéis de madeira [7, 16 e 19]. O suporte usado preferencialmente é o papel, sendo o papel de veludo um dos preferidos, ao qual antigamente eram adicionadas fibras flocoladas, por exemplo de lã [4] ou linho [8], e mais recentemente fibras sintéticas. Era frequente a utilização de papéis tingidos, sendo as cores mais comuns o azul, o cinzento, o verde, o creme, o castanho e o branco [4, 8, 16 e 19].

O último passo na realização de desenhos a pastel é a fixação dos mesmos [20], quer através da humedificação [3], quer através da utilização de fixadores, tais como óleos, soluções aquosas de colas ou caseína, gomas, e a partir do século XIX com solventes à base de acetato de polivinilo acetato e resinas acrílicas [17]. A fixação pode ser utilizada como processo de estabilização mecânica, ou como veículo artístico [4].

Consequências dos Tratamentos Aquosos no Pastel

Quando são aplicados tratamentos aquosos aos pastéis é possível verificar vários tipos de efeitos negativos, pois os pigmentos são ainda mais delicados quando molhados [10], sendo os mais comuns a perda de pigmento, a deslocação de pigmento, a aglomeração dos grânulos, a compactação dos grânulos, e a alteração da cor.

A perda de pigmento pode estar associada ao envelhecimento, bem como ao tipo de papel e de pigmento [13]. Essa perda de material pictórico é uma consequência associada, principalmente, aos tratamentos por imersão em que se dá uma alteração no peso das partículas, e na força de coesão dessas partículas ao suporte; em casos mais extremos podem depositar-se noutras partes do desenho [10 e 13]. A penetração dos pigmentos está principalmente associada aos tratamentos que utilizam sucção, em que os pastéis molhados podem penetrar ou atravessar o papel [10].

A formação de aglomerados é outra das possíveis consequências dos tratamentos aquosos em geral, e ocorre quando há uma substituição do ar, que se encontra entre as partículas de pigmento, por água, provocando uma alteração na textura [10 e 13]. Inicialmente formam-se pontes de água entre as partículas, que com o aumento da quantidade de água levam à formação de gotas nas quais as

partículas de pigmento ficam suspensas, levando ao redireccionamento das mesmas [13]. A dimensão das partículas de pigmento pode condicionar o destacamento e aglomeração dos pastéis, sendo as partículas de maiores dimensões as que têm maior tendência para este tipo de efeitos [5]. A compactação das partículas de pigmento ocorre quando estas são molhadas. A sua tendência para este tipo de efeito vai variar consoante o tamanho da partícula, forma e composição química [13]. A utilização de sucção favorece a compactação dos pastéis [14].

A alteração da cor dos pigmentos, quando molhados, é outro dos efeitos dos tratamentos aquosos, podendo não voltar à sua cor original, especialmente em pastéis mais recentes e que não tenham sido fixados. A ocorrência deste efeito, e respectiva intensidade, vão depender do pigmento [10 e 13]. Os pigmentos à base de óxidos de ferro são um exemplo de pigmento que altera a tonalidade facilmente [10]. Pode também ocorrer a perda de intensidade da cor, normalmente associada à perda de pigmento, ou penetração no suporte. Por este motivo o tipo de papel também terá influência neste tipo de alteração.

TRABALHO EXPERIMENTAL

Este estudo foi feito através da preparação de provetes em diferentes tipos de papel e diferentes pigmentos, que foram tratados pelos vários métodos anteriormente referidos. Esses provetes foram posteriormente analisados à vista desarmada, lupa binocular, microscópio óptico, e microscópio electrónico de varrimento (SEM).

Em relação ao artigo do Vicent Daniels “The effects of water treatments on paper with applied pastel or powder pigment”, foram utilizados alguns parâmetros diferentes, para que os tratamentos pudessem ser utilizados numa situação real, e visando a sua eficácia através do prolongamento de alguns tratamentos, e da planificação do suporte após os tratamentos. O papel de filtro testado no referido artigo foi substituído por um papel de veludo, por este tipo de papel ser frequentemente encontrado nos desenhos a pastel [4].

Os tratamentos foram também aplicados em provetes não envelhecidos, de forma a obter o comportamento em condições mais extremas (por não terem sido sujeitas à humedificação, que ajuda a fixar o pastel [3]) e em provetes previamente fixados e envelhecidos artificialmente, de forma a obtermos resultados mais próximos de uma situação real.

Preparação dos Provetes

Os provetes foram feitos em três tipos de papel, normalmente utilizados em desenhos a pastel [4 e 13], com diferentes texturas e porosidades, nomeadamente um papel de veludo moderno, o mais texturado e poroso; um papel Arches Aquarelle, de rugosidade intermédia e fraca porosidade; e um papel de desenho preto da Canson, de menor rugosidade e porosidade intermédia. Este último permite uma melhor observação do comportamento do pigmento branco [13].

Os provetes foram feitos em duplicado, de modo a aplicar os quatro tratamentos em provetes envelhecidos e não envelhecidos, sendo reservados provetes de referência.

Dos quatro pastéis seleccionados três são da marca Winsor & Newton, nomeadamente um óxido de ferro (preto), um óxido de zinco (branco) e um azul ultramarino sintético, e um da marca Talens-Rembrandt, nomeadamente um vermelho orgânico (Tabela 1).

Os provetes foram realizados em três tipos de papel, com quatro pigmentos diferentes, reservando um de cada para referência, e em duplicado, de forma a testar em provetes envelhecidos e não envelhecidos, perfazendo um total de 120 unidades (Anexo A - Fig.1).

Tabela 1 – Identificação dos pastéis

Cor	Preto	Branco	Azul	Vermelho
Marca	Winsor & Newton	Winsor & Newton	Winsor & Newton	Talens - Rembrandt
Nome Comercial	Charcoal Grey 142	Zinc White 748	Cobalt Blue Hue 179 (Tint 4)	Permanent red deep 371,5
Pigmento	Óxido de Ferro	Óxido de Zinco	Azul de Ftalocianina e azul ultramarino sintético	Pyrrole Red e Pyrrole Rubine
Composição do pigmento	Magnetite e hematite	Óxido de zinco	Ftalocianina de cobre, Complexo de Alumino-silicato de sódio com enxofre	Diketopyrrolo pyrrole e Diketo-pyrrolo pyrrole
Carga	Carbonato de cálcio e sulfato de bário	Carbonato de cálcio e sulfato de bário	Carbonato de cálcio e sulfato de bário	Caulino, sulfato de bário e carbonato de cálcio
Ligante	Goma tragacante	Goma tragacante	Goma tragacante	Sem adição de ligante

NOTA: a informação sobre os pigmentos e ligantes foi fornecida pelo fabricante

A informação sobre os pigmentos que compõem os pastéis foi obtida através dos fabricantes [21 e 22], e confirmada através da análise, nomeadamente por Micro-espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (μ -FTIR), Micro-espectrometria de Fluorescência de Raios X dispersiva de energias (μ -EDXRF), Micro-espectroscopia de Raman (μ -Raman), cujas condições se apresentam na Tabela 2. As técnicas referidas foram também utilizadas para a identificação das cargas. A informação sobre os ligantes foi obtida através dos fabricantes. (Anexo B)

Tabela 2 – Condições utilizadas durante as análises

Método	Condições	Aquisição
μ-EDXRF	Voltagem: 40 kV Intensidade de corrente: 600 mA Atmosfera de He	Tempo: 120 segundos
μ-Raman	Filtro: D1 Laser: 632,81 Abertura do diafragma: 200 μ m Fenda: 100 μ m	Tempo: 10 segundos Ciclos: 5

Foram escolhidos pastéis com quatro pigmentos diferentes, sabendo-se à partida que poderiam ter efeitos negativos quando submetidos a tratamentos aquosos. O óxido de ferro foi seleccionado, porque tende a escurecer [10], a formar aglomerados [13], e por apresentar uma resistência à humidade média [23]. O óxido de zinco foi escolhido por apresentar uma resistência à humidade média alta [23]; em ambiente húmido pode converter-se em carbonato de zinco [24], solúvel em água [25], e por isso ser facilmente deslocado quando sujeito a tratamentos aquosos. No caso do pastel azul, a escolha baseou-se no facto do azul ultramarino ($\text{Na}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\text{S}_n$) ter tendência escurecer e compactar [13] e apresentar uma resistência à humidade média alta [23]. O vermelho foi escolhido por ser de uma marca e cor diferente das restantes, nomeadamente vermelho de perileno e rubi de perileno.

Quanto aos restantes pigmentos presentes nos pastéis, nomeadamente a ftalocianina de cobre (pastel azul), o vermelho de perileno e o rubi de perileno (pastel vermelho) são considerados pigmentos muito estáveis física e quimicamente [26], pelo que não deverão ser os responsáveis pelos efeitos negativos dos tratamentos aquosos.

Relativamente às cargas usadas nos diferentes pastéis, o sulfato de bário caracteriza-se pela sua compatibilidade com outras cores [27], é usado maioritariamente como carga [18 e 24], no entanto quando misturado com o óxido de zinco pode promover a diminuição da durabilidade e desagregação do óxido de zinco [18]; o carbonato de cálcio é também usado misturado com outros pigmentos, ou seja como carga [23], o seu uso estende-se também à pintura em aguarela [27] – é um composto solúvel em água; e o caulino, cujo principal constituinte é a caulinite ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), é considerado um material inerte quimicamente [18].

Foram cortados provetes de cada tipo de papel com $100 \times 100 \text{ mm}^2$ de dimensão. Os pastéis foram aplicados manualmente, tentando exercer sempre a mesma pressão e padrão.

Metade dos provetes foram tratados sem ter sido aplicada qualquer fixação ou envelhecimento, enquanto a outra metade dos provetes foi fixados por humedificação. Este método referenciado por Burns [3] e antigamente utilizado na Faculdade de Belas Artes de Lisboa, exige que os provetes sejam colocados durante 15-20 minutos numa câmara de humedificação ultra-sónica, a 95% de HR. Relativamente à secagem após fixação, não é feita nenhuma referência nestas fontes, tendo-se optado por secá-las segundo a seguinte metodologia: os provetes foram colocados com a frente para baixo, sobre uma rede de serigrafia T120, e sobre estes foram colocados sucessivamente, um papel mata-borrão, e uma placa de madeira (Fig.1) durante aproximadamente 2 dias. Em seguida foram envelhecidas, numa câmara FITOCLIMA 150 FDTU, durante 24 dias, a 65% de HR e 80°C , segundo a Norma ISO 9706:1994(F).



Fig.1 – Montagem para planificação das peças

Os provetes foram documentados fotograficamente antes e após os tratamentos, com uma câmara fotográfica Nikon Coolpix 8700, numa mesa de reprodução com luz reflectida e rasante. Para os métodos de observação a seguir indicados, foram utilizadas as referências, para comparação dos resultados antes e após os tratamentos: lupa binocular Leica MZ6 com uma câmara fotográfica Leica DC 200 acoplada (ampliação 40x); microscópio óptico Leitz-Dialux 20 (ampliação 110x); microscópio electrónico de varrimento JEOL JSM-T330A (ampliações 150x e 500x), neste caso após aplicação de uma cobertura de ouro nas amostras. A avaliação das alterações de cor foi feita apenas à vista desarmada, devido à heterogeneidade com que o pastel se distribui no suporte, o que impediu a utilização do método de colorimetria, visto que a cor do papel influenciava os resultados, especialmente nos provetes tratados, que sofreram elevada perda ou penetração do pigmento no suporte.

Métodos de Tratamento

Imersão

Cada provete foi colocado individualmente num recipiente, sob imersão em água destilada, durante uma hora. A secagem foi feita ao ar e posteriormente procedeu-se a uma planificação, após uma humedificação ultra-sónica durante cerca de 15 minutos. A planificação/secagem foi executada segundo a metodologia descrita anteriormente, para a secagem após fixação dos provetes (Fig.1). No primeiro dia os mata-borrões foram trocados com 2 horas de intervalo, e durante uma semana foram trocados diariamente.

Sucção com Vaporização de Água

Os provetes foram colocados na mesa de sucção, sobre papel Rayon® espesso, em vez de papel mata-borrão conforme o artigo de Vincent Daniels [13], para minimizar o tempo em que o filme de água está à superfície. A zona envolvente foi isolada de forma a criar mais sucção. Foi usada uma pressão de 40 mbar, os provetes foram vaporizados com Spray de Dálias até a superfície ficar molhada, e repetiu-se o procedimento, sempre que a superfície ficava seca, durante quatro horas, em ciclos de molhagem/secagem, e não uma hora como era referido no artigo, pois essa duração não seria suficiente para a remoção de manchas. A secagem dos provetes foi feita ao ar e posteriormente foram planificados pelo método acima descrito.

Lavagem por Humidificação Ultra-sónica

Os provetes foram colocados virados para cima, sobre papel mata-borrão seco, numa câmara de humedificação, com um humidificador ultra-sónico Honeywell, a cerca de 95 % de humidade relativa, durante 4 horas. A secagem dos provetes foi feita ao ar e posteriormente foram planificados da forma descrita para os provetes tratados pelos dois métodos anteriores.

Lavagem por Humidificação Ultra-sónica sobre Mata-borrões Alcalinos (Método do IMC)

Os provetes foram humedificados na câmara de humedificação a cerca de 95 % de HR durante 20 minutos, antes de serem colocados sobre mata-borrões com pH≈8, previamente colocados numa solução de água e hidróxido de cálcio a pH≈9. Após o tempo indicado, os provetes foram colocados

sobre os mata-borrões alcalinos, onde permaneceram durante 4 horas. A primeira fase da secagem foi feita durante a noite, em que os provetes permaneceram na câmara, com pouco arejamento (sem produção de vapor de água). A secagem/planificação foi efectuada com os provetes ainda húmidos, segundo a metodologia descrita previamente (Fig.1). Os primeiros mata-borrões foram trocados a cada 20 minutos de intervalo, começando-se a espaçar o intervalo ao longo do dia, e durante uma semana foram trocados diariamente.

Os provetes (envelhecidos e não envelhecidos) tratados pelos diferentes métodos foram comparados com os provetes de referência (não tratados). Em cada caso foram avaliados vários parâmetros, nomeadamente migração, penetração e perda de pigmento, formação de mancha no papel, perda de intensidade do tom, escurecimento, alteração da cor, aglomeração dos grânulos e compactação dos grânulos. Estes parâmetros foram avaliados de forma semi-quantitativa, usando uma escala de 0 a 5 (0- Alteração não detectada, 1- Muito Ligeiramente, 2- Ligeiramente, 3- Bastante, 4- Acentuado, 5- Muito Acentuado).

A avaliação dos parâmetros nas amostras envelhecidas teve em conta as alterações que ocorreram durante o envelhecimento, ou seja, estas foram comparadas com os padrões envelhecidos e não com os padrões não envelhecidos.

RESULTADOS

Observação à Vista Desarmada

A observação das amostras à vista desarmada permite avaliar de uma forma global o aspecto final das amostras, percebendo a um nível mais imediato, se é aconselhável a aplicação desse tratamento. Esta observação foi feita durante e após os tratamentos, sendo possível avaliar os seguintes parâmetros: migração do pigmento e se manchou o papel, perda de pigmento, perda de intensidade da cor, escurecimento e alteração da cor.

Tratamento por Imersão

Os resultados da observação à vista desarmada, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas por imersão estão sistematizados na Tabela 3.

Nas amostras não envelhecidas tratadas por imersão, durante o tratamento verificou-se perda de pigmento para a água (Fig.2) em todas as amostras, mas de forma mais acentuada nos pigmentos preto e azul. Verificou-se também que nas amostras em papel preto Canson, este efeito foi ligeiramente inferior. Esta migração lateral do pigmento, por acção da água, manchou o papel, como pode ser observado na Fig.3. No entanto a maior parte das partículas de pigmento suspensas na água que se depositaram no papel, ter-se-ão depositado durante a remoção da amostra de dentro da água, contribuindo para que o suporte ficasse manchado. Relativamente aos pigmentos verificou-se que o pastel preto é o que migra mais facilmente, e que o branco não apresentou esse problema.

Tabela 3 – Alteração das amostras após o tratamento por imersão

Tipo de papel	Pigmento	Migração de pigmento	Manchou o papel	Perda de Pigmento	Perda de intensidade da cor	Escurecimento	Alteração do tom
NÃO ENVELHECIDAS							
Papel Arches	Preto	5	5	4	0	2	1
	Branco	0	0	3	0	0	0
	Azul	4	4	4	0	3	0
	Vermelho	4	4	2	1	0	0
Papel Preto	Preto	3	3	3	3	0	3
	Branco	0	1	2	0	0	0
	Azul	2	2	3	0	4	0
	Vermelho	3	3	2	0	0	0
Papel de Veludo	Preto	5	5	4	0	0	0
	Branco	0	0	3	5	0	0
	Azul	5	5	4	0	4	0
	Vermelho	3	3	3	0	1	0
ENVELHECIDAS							
Papel Arches	Preto	0	0	0	0	0	0
	Branco	0	0	0	0	0	0
	Azul	0	0	0	0	2	0
	Vermelho	2	0	0	0	0	0
Papel Preto	Preto	0	0	1	0	0	2
	Branco	0	0	1	0	0	0
	Azul	0	0	2	0	2	0
	Vermelho	0	0	0	0	0	0
Papel de Veludo	Preto	3	0	1	3	0	0
	Branco	0	0	1	4	0	0
	Azul	0	0	1	0	2	0
	Vermelho	0	0	1	0	0	0

0- Alteração não detectada, 1- Muito Ligeiramente, 2- Ligeiramente, 3- Bastante, 4- Acentuado, 5- Muito Acentuado

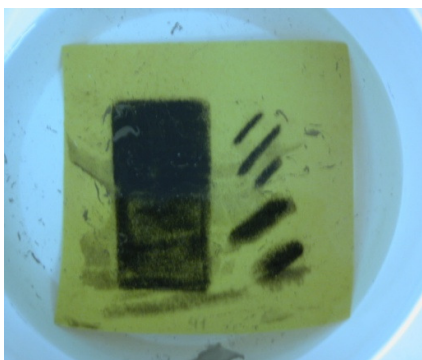


Fig.2 – Perda de pigmento para a água, durante o tratamento por imersão

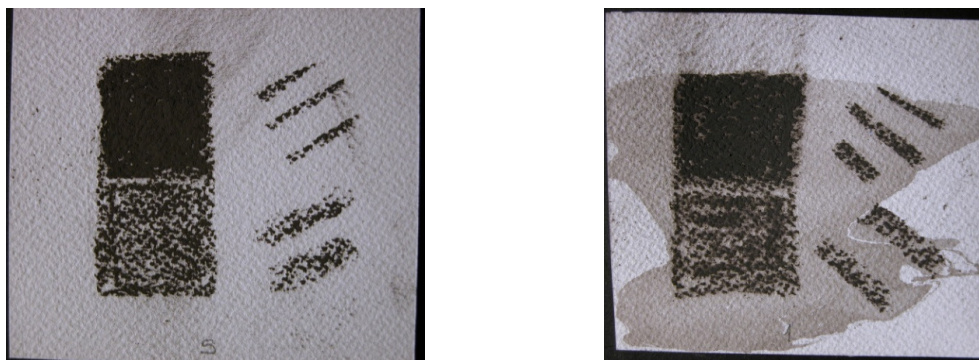


Fig.3 – Amostras não envelhecidas: Referência (esquerda) e amostra manchada após tratamento por imersão (direita) do Pigmento Preto no Papel Arches Aquarelle

Tratamento por Sucção com Vaporização de Água

Os resultados da observação à vista desarmada, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas, tratadas por sucção com vaporização de água estão sistematizados na Tabela 4.

Nas amostras não envelhecidas, no caso do papel preto Canson, a migração lateral do pigmento e a mancha que formou no papel foi bastante acentuada principalmente nos pastéis preto e branco. Para os restantes tipos de papel, o comportamento foi semelhante, verificando-se que os pastéis preto e azul mancharam bastante o papel.

Nas amostras envelhecidas os efeitos da migração e formação de mancha no papel, revelaram-se mais acentuados relativamente às amostras não envelhecidas, essencialmente no papel preto Canson (Fig.4). A perda de intensidade da cor verifica-se no papel preto Canson e no papel de veludo de forma mais significativa nas amostras com pigmento vermelho. Para o papel de veludo com pigmento azul observa-se uma perda de intensidade da cor muito acentuada.

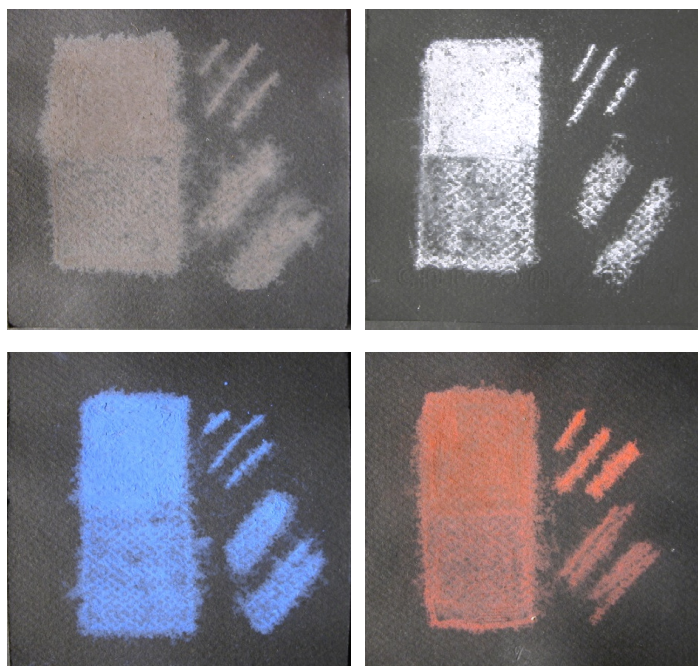


Fig.4 – Amostras envelhecidas manchadas após tratamento por sucção no Papel de Preto

Tabela 4 – Alteração das amostras após o tratamento por sucção com vaporização de água

Tipo de papel	Pigmento	Migração de pigmento	Manchou o papel	Perda de Pigmento	Perda de intensidade da cor	Escurecimento	Alteração do tom
NÃO ENVELHECIDAS							
Papel Arches	Preto	3	3	0	0	2	2
	Branco	0	0	0	0	0	0
	Azul	3	3	0	0	4	0
	Vermelho	0	2	0	0	1	0
Papel Preto	Preto	5	4	0	5	0	5
	Branco	4	3	0	2	0	0
	Azul	4	3	0	0	4	0
	Vermelho	2	3	0	1	0	0
Papel de Veludo	Preto	0	2	0	0	2	0
	Branco	0	0	0	3	0	0
	Azul	0	2	0	0	4	0
	Vermelho	0	0	0	0	1	0
ENVELHECIDAS							
Papel Arches	Preto	3	3	0	0	2	2
	Branco	0	0	0	0	0	0
	Azul	3	3	0	0	2	0
	Vermelho	2	3	0	0	0	0
Papel Preto	Preto	4	4	0	0	0	3
	Branco	3	3	0	1	0	0
	Azul	3	3	0	0	2	0
	Vermelho	3	3	0	3	0	0
Papel de Veludo	Preto	0	0	0	0	2	0
	Branco	0	0	0	1	0	0
	Azul	0	0	0	5	2	0
	Vermelho	0	0	0	3	0	0

Ao nível da cor, o escurecimento observa-se em todas as amostras com pigmento azul sujeitas a este tratamento, o pigmento preto escureceu ligeiramente nas amostras em papel Arches Aquarelle e em papel de veludo, o pigmento vermelho teve o mesmo comportamento, mas de uma forma muito ligeira. A alteração do tom aconteceu apenas no pigmento preto (Fig.5), tanto para as amostras envelhecidas como as não envelhecidas, de forma muito acentuada na amostra em papel preto Canson, e ligeira na amostra em papel Arches Aquarelle.

Este tratamento não provocou perda de pigmento em nenhuma amostra, verificando-se o efeito contrário, uma fixação do pigmento ao suporte.

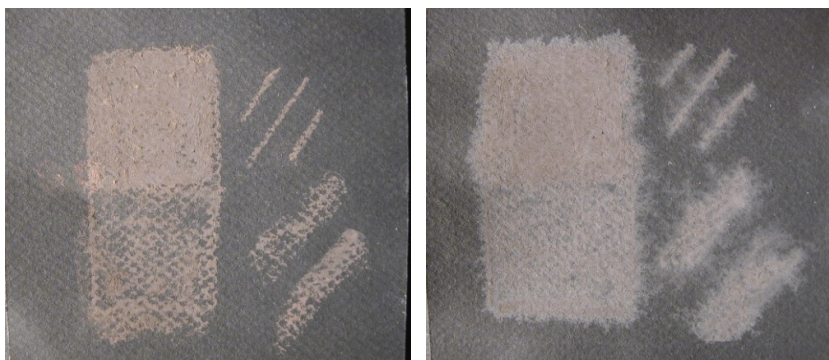


Fig.5 – Amostras envelhecidas: Referência (esquerda) e amostra com alteração de cor após tratamento por sucção (direita) do Pigmento Preto no Papel Preto Canson

Tratamento por Humidificação Ultra-sónica

Durante a aplicação do tratamento com humidificação ultra-sónica, tanto nas amostras envelhecidas como nas não envelhecidas verificou-se, nos papéis Arches Aquarelle e Preto, a formação de gotas à superfície (Fig.6), o que favorece a formação de aglomerados, e caso se tratassem de obras de arte com sujidade, faria com que esta se acumulasse nas zonas das gotas, formando manchas ao secar. No entanto, é importante referir, que o início da formação das gotas à superfície nas amostras envelhecidas demorou mais tempo. Estas consequências fazem com que estes tratamentos não devam ser aplicados nestes dois tipos de papel. Por este motivo, o estudo das amostras nos dois tipos de papel referidos foi interrompido neste ponto.



Fig.6 – Amostras não envelhecidas: tratadas por humidificação ultra-sónica – Papel Arches (Esquerda), Papel preto Canson (Centro), e Papel de Veludo (Direita)

As gotas que se formaram à superfície apresentaram tipologias diferentes, consoante o pigmento como se pode ver na Fig.7, sendo no papel preto Canson relativamente maiores que no papel Arches Aquarelle.

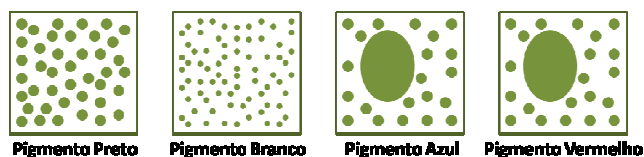


Fig.7 – Esquema da formação de gotas, nos papéis Arches Aquarelle e Papel preto Canson nos diferentes pigmentos durante os tratamentos por Humidificação ultra-sónica e Método do IMC

Os resultados da observação à vista desarmada para o papel de veludo, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas por humidificação ultra-sónica estão sistematizados na Tabela 5.

Tabela 5 – Alteração das amostras após o tratamento por humidificação ultra-sónica

Tipo de papel	Pigmento	Migração de pigmento	Manchou o papel	Perda de Pigmento	Perda de intensidade da cor	Escurecimento	Alteração do tom
NÃO ENVELHECIDAS							
Papel de Veludo	Preto	0	0	0	0	2	0
	Branco	0	0	0	4	0	0
	Azul	0	0	0	0	4	0
	Vermelho	0	0	0	0	1	0
ENVELHECIDAS							
Papel de Veludo	Preto	0	0	0	0	1	0
	Branco	0	0	0	2	0	0
	Azul	0	0	0	0	2	0
	Vermelho	0	0	0	0	0	0

No papel de veludo, por ser o mais poroso, não se verificou formação de gotas à superfície, podendo este tipo de papel ser tratado com este tratamento. Contudo verificou-se nas amostras não envelhecidas uma acentuada perda de intensidade da cor na amostra com pigmento branco. Observa-se também o escurecimento de alguns pigmentos, nomeadamente o pigmento azul (Fig.8) de forma acentuada, e ligeiramente nos pigmentos preto e vermelho. Nas amostras envelhecidas é apenas visível uma ligeira perda de intensidade da cor no pigmento branco, e um escurecimento ligeiro dos pigmentos azul e preto.

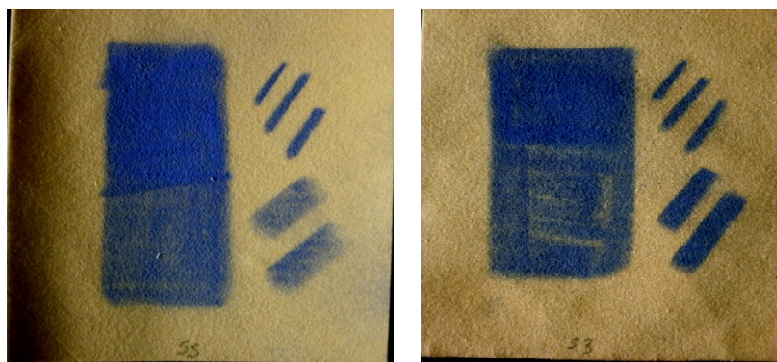


Fig.8 – Amostras não envelhecidas: Referência (esquerda) e amostra com alteração de cor após tratamento por sucção (direita) do Pigmento azul no Papel de veludo

Tratamento com o Método do IMC

Os resultados da observação à vista desarmada para o papel de veludo, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas com o método do IMC estão sistematizados na Tabela 6.

Tabela 6 – Alteração das amostras após o tratamento com o método do IMC

Tipo de papel	Pigmento	Migração de pigmento	Manchou o papel	Perda de Pigmento	Perda de intensidade da cor	Escurecimento	Alteração do tom
NÃO ENVELHECIDAS							
Papel de Veludo	Preto	0	0	0	0	2	0
	Branco	0	0	0	2	0	0
	Azul	0	0	0	0	4	0
	Vermelho	0	0	0	0	1	0
ENVELHECIDAS							
Papel de Veludo	Preto	0	0	0	0	1	0
	Branco	0	0	0	1	0	0
	Azul	0	0	0	0	2	0
	Vermelho	0	0	0	0	0	0

Nas amostras não envelhecidas tratadas com o método do IMC, obtiveram-se os mesmos resultados verificados para o tratamento por humificação ultra-sónica, com excepção das amostras com pigmento branco cuja perda de intensidade da cor foi inferior.

Relativamente às amostras envelhecidas, o comportamento foi idêntico ao das amostras tratadas por humificação ultra-sónica.

Observação com Lupa Binocular

A observação à lupa binocular permite uma análise mais localizada e pormenorizada dos efeitos dos tratamentos. Nos papéis Arches Aquarelle e papel preto Canson é possível observar compactação do pigmento, enquanto no papel de veludo pode ser avaliada a penetração nas fibras, e de uma forma mais geral se houve aglomeração do pigmento.

As amostras em papel Arches Aquarelle e papel preto da Canson, tratadas pelos métodos de humificação ultra-sónica e método do IMC não foram observadas à lupa binocular, visto que estes métodos foram considerados desadequados, nestes dois tipos de papel, durante o tratamento, devido à acumulação de gotas de água à superfície.

Tratamento por Imersão

Os resultados da observação à lupa binocular, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas por imersão estão sistematizados na Tabela 7.

Quanto às amostras não envelhecidas, nas amostras em papel Arches Aquarelle, ocorreu compactação de forma significativa nos pigmentos vermelho e azul. No papel preto Canson, o pigmento que sofreu maior compactação foi o pigmento azul, embora os restantes pigmentos também apresentem compactação. Relativamente ao papel de veludo, verificou-se uma penetração muito acentuada nos pigmentos branco, azul e vermelho. É também possível observar aglomeração de

pigmento, nas amostras em papel de veludo, de forma acentuada na amostra com pigmento azul (Fig.9) e significativa nas amostras com pigmentos branco e vermelho.

Tabela 7 – Alteração das amostras após o tratamento por imersão

Tipo de papel	Pigmento	Aglomerção do pigmento	Compactação do pigmento	Penetração nas fibras
NÃO ENVELHECIDAS				
Papel Arches	Preto	0	2	0
	Branco	0	1	0
	Azul	0	3	0
	Vermelho	0	4	0
Papel Preto	Preto	0	2	0
	Branco	0	3	0
	Azul	0	4	0
	Vermelho	0	2	0
Papel de Veludo	Preto	0	0	2
	Branco	3	0	3
	Azul	4	0	3
	Vermelho	3	0	3
ENVELHECIDAS				
Papel Arches	Preto	0	1	0
	Branco	0	1	0
	Azul	0	2	0
	Vermelho	0	3	0
Papel Preto	Preto	0	2	0
	Branco	0	2	0
	Azul	0	3	0
	Vermelho	0	2	0
Papel de Veludo	Preto	4	0	2
	Branco	1	0	2
	Azul	2	0	3
	Vermelho	3	0	3

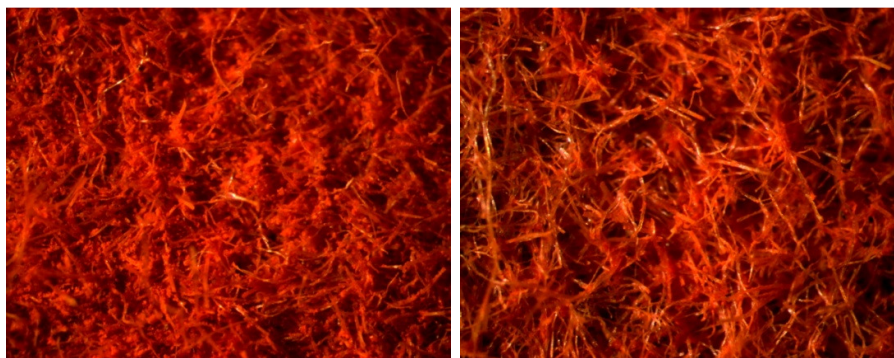


Fig.9 – Amostras não envelhecidas em Papel de Veludo: Penetração nas fibras e aglomeração do pigmento vermelho. Amostra referência (esquerda) e amostra tratada imersão (direita). Lupa binocular 40x.

Nas amostras envelhecidas, em papel Arches Aquarelle, o pigmento vermelho foi o que sofreu maior compactação, tendo sido ligeira nos restantes pigmentos. No papel preto Canson não houve alterações. Relativamente à aglomeração, nas amostras em papel de veludo, verifica-se de forma acentuada nos pigmentos preto e vermelho. O comportamento dos pigmentos, relativamente à penetração nas fibras, foi acentuado no pigmento branco, e ligeiro nos restantes.

Tratamento por Sucção com Vaporização de Água

Os resultados da observação à lupa binocular, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas por sucção com vaporização de água estão sistematizados na Tabela 8.

Tabela 8 – Alteração das amostras após o tratamento por sucção com vaporização de água

Tipo de papel	Pigmento	Aglomeração do pigmento	Compactação do pigmento	Penetração nas fibras
NÃO ENVELHECIDAS				
Papel Arches	Preto	4	3	0
	Branco	3	3	0
	Azul	0	4	0
	Vermelho	0	4	0
Papel Preto	Preto	0	5	0
	Branco	0	5	0
	Azul	0	5	0
	Vermelho	0	4	0
Papel de Veludo	Preto	4	0	4
	Branco	3	0	3
	Azul	2	0	4
	Vermelho	1	0	3
ENVELHECIDAS				
Papel Arches	Preto	0	2	0
	Branco	0	3	0
	Azul	0	4	0
	Vermelho	0	2	0
Papel Preto	Preto	0	4	0
	Branco	0	3	0
	Azul	0	4	0
	Vermelho	0	3	0
Papel de Veludo	Preto	2	0	4
	Branco	1	0	3
	Azul	3	0	3
	Vermelho	2	0	4

Nas amostras não envelhecidas tratadas por sucção, observa-se uma acentuada compactação, mais acentuada nas amostras de papel preto Canson (Fig.10), seguido das amostras de papel Arches Aquarelle, em todos os pigmentos. A penetração de pigmento nas fibras do papel de veludo, foi acentuada nas amostras com os pigmentos preto e azul, e bastante nas amostras com os pigmentos branco e vermelho. Relativamente à aglomeração dos pigmentos, no papel de veludo, foi acentuada nas amostras com os pigmentos preto e branco, ligeira nas amostras com os pigmentos azul, e vermelho.

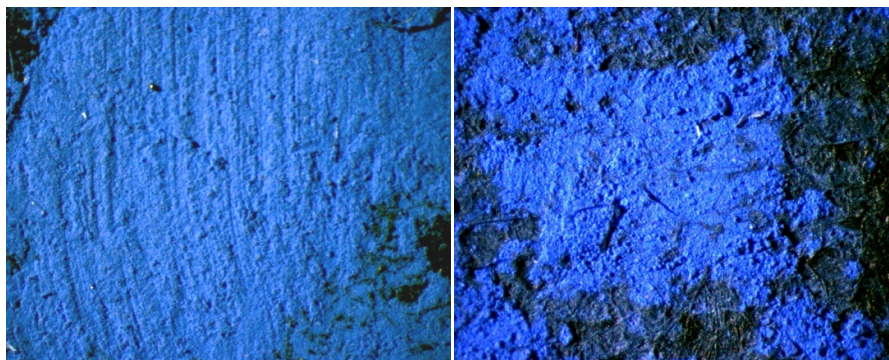


Fig.10 – Amostras não envelhecidas em papel preto Canson: Compactação do pigmento azul. Amostra referência (esquerda) e amostra tratada imersão (direita). Lupa binocular 40x.

Relativamente às amostras envelhecidas, a compactação foi significativa nos pigmentos branco e azul; quanto aos pigmentos preto e vermelho, foi mais acentuada no papel preto Canson que no papel Arches Aquarelle. A aglomeração, no papel de veludo, foi mais acentuada no pigmento azul. A penetração nas fibras foi significativa em todos os pigmentos, embora inferior às amostras não envelhecidas.

Tratamento por Humidificação Ultra-sónica

Os resultados da observação à lupa binocular, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas por humidificação ultra-sónica estão sistematizados na Tabela 9.

Tabela 9 – Alteração das amostras após o tratamento por humidificação ultra-sónica

Tipo de papel	Pigmento	Aglomeração do pigmento	Compactação do pigmento	Penetração nas fibras
NÃO ENVELHECIDAS				
Papel de Veludo	Preto	3	0	3
	Branco	4	0	3
	Azul	4	0	4
	Vermelho	1	0	3
ENVELHECIDAS				
Papel de Veludo	Preto	4	0	2
	Branco	4	0	1
	Azul	4	0	2
	Vermelho	2	0	2

Nas amostras não envelhecidas, todos os pigmentos penetraram acentuadamente nas fibras. Verifica-se uma aglomeração acentuada, nas amostras com os pigmentos branco, azul, e preto, e muito ligeira no pigmento vermelho.

Nas amostras envelhecidas a aglomeração foi semelhante à ocorrida nas amostras não envelhecidas. A penetração de pigmento nas fibras foi ligeira em todos os pigmentos.

A lupa binocular não foi suficiente para avaliar a compactação do pigmento, tanto para as amostras envelhecidas como não envelhecidas, porque as fibras soltas do papel de veludo dificultam essa avaliação, sendo necessária uma maior ampliação.

Tratamento com o Método do IMC

Os resultados da observação à lupa binocular, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas com o método do IMC estão sistematizados na Tabela 10.

Tabela 10 – Alteração das amostras após o tratamento com o método do IMC

Tipo de papel	Pigmento	Aglomeração do pigmento	Compactação do pigmento	Penetração nas fibras
NÃO ENVELHECIDAS				
Papel de Veludo	Preto	3	0	1
	Branco	3	0	2
	Azul	4	0	1
	Vermelho	1	0	1
ENVELHECIDAS				
Papel de Veludo	Preto	2	0	2
	Branco	2	0	2
	Azul	3	0	2
	Vermelho	1	0	2

Nas amostras não envelhecidas a aglomeração de pigmento foi acentuada nos pigmentos azul, preto e branco e muito ligeira no pigmento vermelho. Em relação à penetração de pigmento esta foi ligeira em todos os pigmentos.

Nas amostras envelhecidas a aglomeração do pigmento foi ligeira em todas as amostras. Verificou-se uma penetração ligeira em todos os pigmentos.

Tal como foi referido para o tratamento por humidificação ultra-sónica e pelos mesmos motivos, a compactação não foi avaliada com a observação à lupa binocular.

Análise com Microscópio Electrónico de Varrimento (SEM)

As análises com SEM permitem uma observação muito pormenorizada e localizada, que não é possível com os outros métodos de observação referidos anteriormente. Com este tipo de análise

avaliaram-se os seguintes parâmetros: aglomeração de pigmento e tipo de aglomerados, compactação do pigmento e penetração do pigmento nas fibras.

Para serem analisadas com SEM foram seleccionadas as amostras em papel de veludo envelhecidas e não envelhecidas, visto ter sido o único tipo de papel, em que não houve métodos de tratamento considerados inadequados à vista desarmada. As observações com os métodos de exame anteriormente referidos, não foram suficientes para considerar os tratamentos impróprios neste tipo de papel, com excepção das amostras em papel de veludo não envelhecidas tratadas por imersão. Sendo por isso necessário um método de exame que permitisse uma análise mais detalhada.

Tratamento por Imersão

Os resultados da observação com SEM, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas por imersão estão sistematizados na Tabela 11.

Tabela 11 – Alteração das amostras após o tratamento por imersão

Tipo de papel	Pigmento	Aglomeração do pigmento	Tipo de aglomerados	Compactação do pigmento	Penetração nas fibras
NÃO ENVELHECIDAS					
Papel de Veludo	Preto	4	Pequenos e aveludados	4	2
	Branco	3	Médios e aveludados	3	4
	Azul	4	Pequenos e aveludados	2	4
	Vermelho	4	Muito pequenos	3	4
ENVELHECIDAS					
Papel de Veludo	Preto	3	Muito grandes e aveludados	0	0
	Branco	2	Nas fibras	0	0
	Azul	0	-	4	4
	Vermelho	3	Muito pequenos	4	3

Nas amostras não envelhecidas verificou-se uma significativa aglomeração do pigmento, embora esses aglomerados tenham sido no geral de pequenas dimensões (Fig.11). A compactação do pigmento foi acentuada em todos os pigmentos, com excepção do pigmento azul, em que foi ligeira. Relativamente à penetração nas fibras foi acentuada nos pigmentos branco, azul e vermelho.

Nas amostras envelhecidas os efeitos foram, em geral, bastante menos intensos, com excepção da aglomeração nos pigmentos preto e vermelho, que foi significativa, e da compactação de pigmento e penetração nas fibras nas amostras com os pigmentos azul e vermelho. Houve também diferenças nos tipos de aglomerados (Fig.12); enquanto no pigmento preto se formaram aglomerados de grandes dimensões e aveludados, no pigmento branco a aglomeração ocorreu nas fibras, no pigmento vermelho ocorreu em aglomerados de pequenas dimensões e no pigmento azul não ocorreu aglomeração.

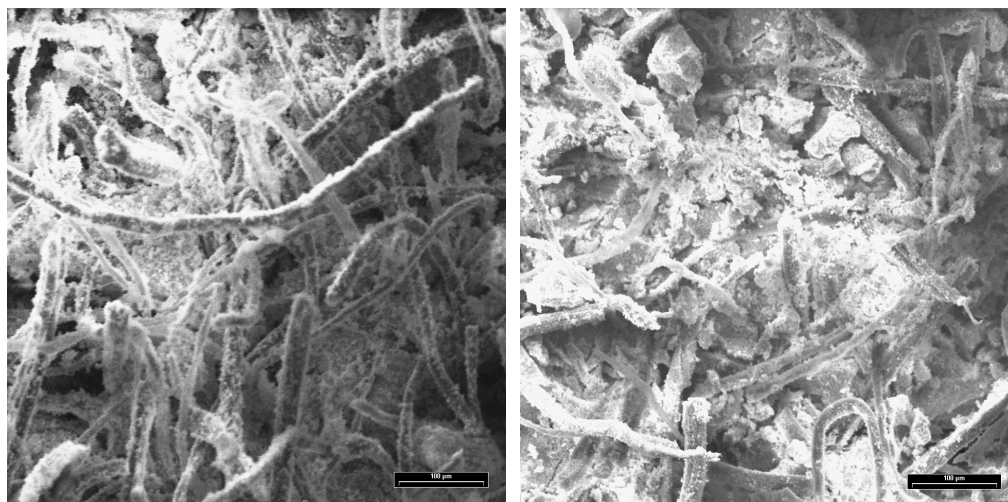


Fig.11 – Amostras não envelhecidas em papel veludo: Aglomeração e Compactação do pigmento Preto. Amostra referência (esquerda) e amostra tratada imersão (direita). SEM 150x.

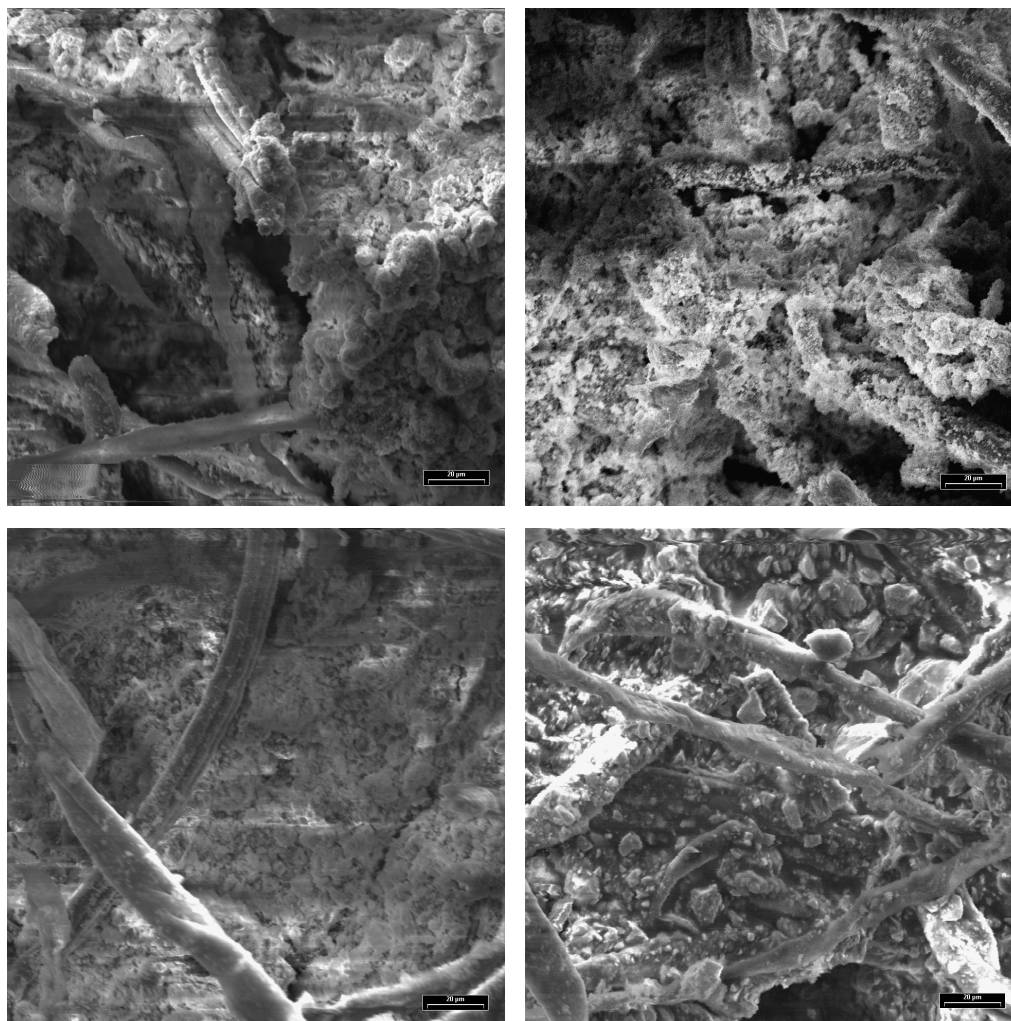


Fig.12 – Amostras envelhecidas em papel veludo tratadas por imersão: Diferentes tipos de aglomeração. Pigmento preto (esquerda em cima), pigmento branco (direita em cima), pigmento azul (esquerda em baixo) e pigmento vermelho (direita em baixo). SEM 500x.

Tratamento por Sucção com Vaporização de Água

Os resultados da observação com SEM, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas por sucção com vaporização estão sistematizados na Tabela 12.

Tabela 12 – Alteração das amostras após o tratamento por sucção com vaporização de água

Tipo de papel	Pigmento	Aglomeração do pigmento	Tipo de aglomerados	Compactação do pigmento	Penetração nas fibras
NÃO ENVELHECIDAS					
Papel de Veludo	Preto	4	Diversas dimensões e aveludados	0	3
	Branco	3	Médios e aveludados	3	3
	Azul	4	Médios	0	5
	Vermelho	3	Muito pequenos	3	3
ENVELHECIDAS					
Papel de Veludo	Preto	1	Muito pequenos e aveludados	3	0
	Branco	0	-	4	3
	Azul	2	Muito pequenos e aveludados	3	4
	Vermelho	0	-	3	3

Nas amostras não envelhecidas houve uma aglomeração acentuada em todos os pigmentos, e apenas na amostra com pigmento vermelho se formaram aglomerados de pequenas dimensões. A compactação de pigmento ocorreu apenas nos pigmentos branco e vermelho, sendo nestes significativa. Relativamente à penetração nas fibras foi significativa em todos os pigmentos, destacando-se o pigmento azul em que foi muito acentuada.

Para as amostras envelhecidas, relativamente à aglomeração de pigmento esta foi quase inexistente, tendo ocorrido apenas nos pigmentos preto e azul, em aglomerados de muito pequenas dimensões. A compactação ocorreu acentuadamente em todos os pigmentos, e não apenas nos referidos para as amostras não envelhecidas. Quanto à penetração nas fibras, no geral foi ligeiramente inferior à das amostras não envelhecidas, e na amostra com o pigmento preto não ocorreu penetração.

Tratamento por Humidificação Ultra-sônica

Os resultados da observação com SEM, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas por humidificação ultra-sônica estão sistematizados na Tabela 13.

Nas amostras não envelhecidas todos os efeitos ocorreram de forma significativa em todas as amostras (Fig.13).

Nas amostras envelhecidas a aglomeração ocorreu apenas de forma ligeira, bem como a penetração do pigmento nas fibras. Quanto à compactação do pigmento esta foi ligeiramente mais acentuada que nas amostras não envelhecidas.

Tabela 13 – Alteração das amostras após o tratamento por humidificação ultra-sônica

Tipo de papel	Pigmento	Aglomeração do pigmento	Tipo de aglomerados	Compactação do pigmento	Penetração nas fibras
NÃO ENVELHECIDAS					
Papel de Veludo	Preto	3	Médios e aveludados	4	3
	Branco	2	Pequenos e muito grandes e aveludados	3	3
	Azul	3	Pequenos	3	4
	Vermelho	3	Pequenos	3	3
ENVELHECIDAS					
Papel de Veludo	Preto	1	Pequenos e aveludados	4	0
	Branco	2	Médios e aveludados	4	2
	Azul	2	Médios e aveludados	4	2
	Vermelho	2	Muito pequenos	3	1

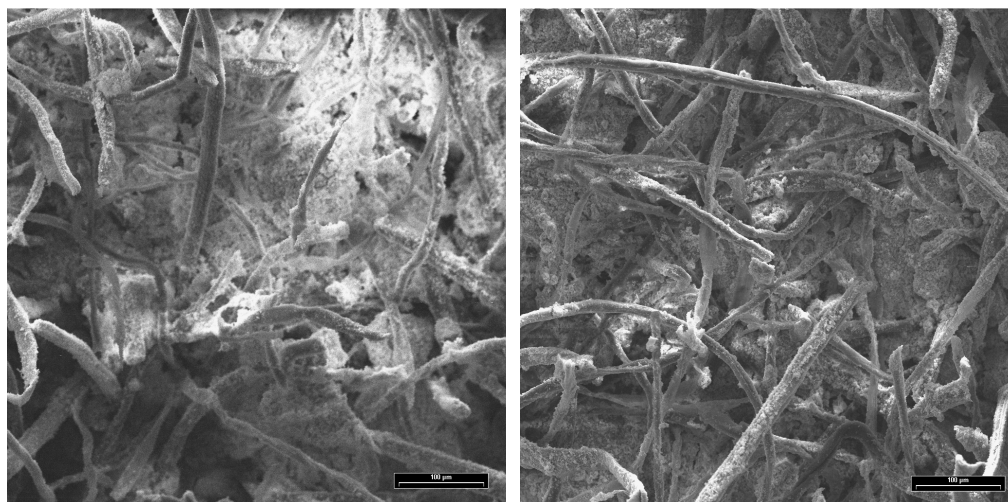


Fig.13 – Amostras não envelhecidas em papel veludo: Compactação do pigmento branco. Amostra referência (esquerda) e amostra tratada humidificação ultra-sônica (direita). SEM 150x.

Tratamento com o Método do IMC

Os resultados da observação com SEM, segundo os parâmetros que foram indicados para este tipo de exame, para as amostras envelhecidas e não envelhecidas tratadas com o método do IMC estão sistematizados na Tabela 14.

Nas amostras não envelhecidas a aglomeração de pigmento foi apenas ligeira, bem como a penetração de pigmento, no entanto a compactação foi acentuada nas amostras com os pigmentos preto, branco e azul.

Para as amostras envelhecidas, os resultados foram bastante semelhantes aos apresentados para as amostras não envelhecidas, apresentando apenas algumas alterações significativas, nomeadamente relativamente à compactação de pigmento que foi bastante menos acentuada, com excepção do pigmento azul que manteve o mesmo grau de compactação.

Tabela 14 – Alteração das amostras após o tratamento com o método do IMC

Tipo de papel	Pigmento	Aglomerado do pigmento	Tipo de aglomerados	Compactação do pigmento	Penetração nas fibras
NÃO ENVELHECIDAS					
Papel de Veludo	Preto	2	Pequenos	5	0
	Branco	2	Médios e aveludados	3	1
	Azul	2	Pequenos e aveludados	3	2
	Vermelho	1	Pequenos	1	2
ENVELHECIDAS					
Papel de Veludo	Preto	0	-	1	0
	Branco	2	Nas fibras	2	0
	Azul	3	Médios e aveludados	3	1
	Vermelho	1	Pequenos	1	3

Análise das Secções Transversais com Microscópio Óptico (MO)

As análises das secções transversais com microscópio óptico foram feitas com o objectivo de avaliar a penetração dos pastéis apenas nas amostras em papel Arches Aquarelle e papel preto da Canson, tendo em conta que, no papel de veludo, esta pode ser avaliada com a observação à lupa binocular e com SEM. Foram apenas analisadas as amostras em que os métodos aplicados não foram considerados desadequados durante o tratamento, ou pela observação à vista desarmada, ou seja, as amostras envelhecidas tratadas por imersão em papel Arches Aquarelle e papel preto Canson, e as amostras envelhecidas tratadas por sucção, em papel Arches Aquarelle.

Tratamento por Imersão

Em relação às amostras envelhecidas tratadas por imersão nos papéis Arches Aquarelle e papel preto Canson, no primeiro tipo de papel apenas ocorreu penetração do pigmento vermelho (Fig.14), e na amostra com pigmento branco, não foi possível avaliar, devido à semelhança entre a cor do pastel e a cor do papel; no segundo tipo de papel não ocorreu penetração de nenhum dos pigmentos.

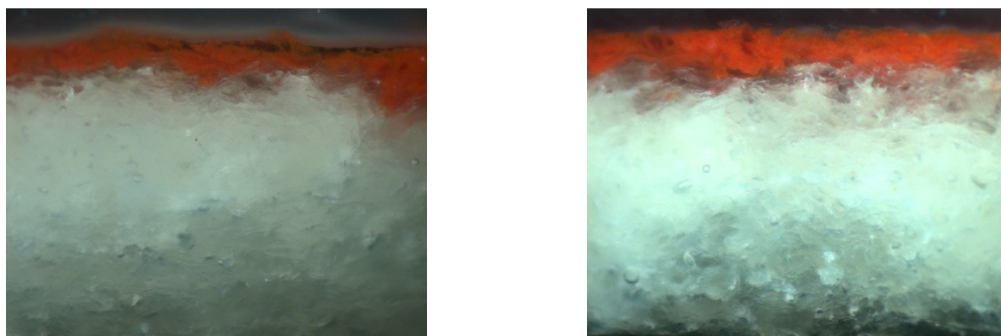


Fig.14 – Cortes transversais das amostras envelhecidas: Referência (esquerda) e tratada por imersão (direita) do Pigmento Vermelho no Papel Arches Aquarelle. Microscópio óptico 110x.

Tratamento por Sucção com Vaporização de Água

Nas amostras envelhecidas tratadas por sucção com vaporização de água, em papel Arches Aquarelle, também não foi possível avaliar a penetração do pigmento branco pelo mesmo motivo referido anteriormente, e relativamente aos outros pigmentos verificou-se uma penetração de todos, com maior intensidade no pigmento preto (Fig.15) e com menor intensidade no pigmento azul.

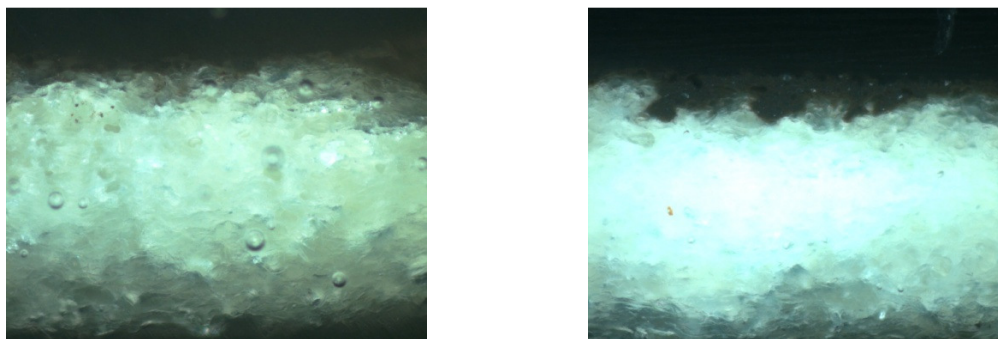


Fig.15 – Cortes transversais das amostras envelhecidas: Referência (esquerda) e tratada por sucção (direita) do Pigmento preto no Papel Arches Aquarelle. Microscópio óptico 110x.

DISCUSSÃO

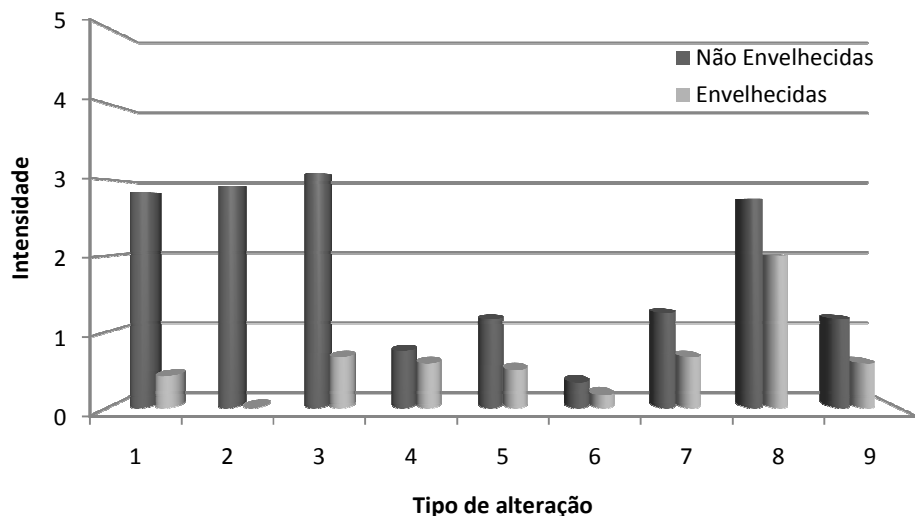
Nas amostras tratadas por imersão verificaram-se grandes diferenças de comportamento entre as amostras envelhecidas e não envelhecidas (Fig.16). Nas amostras não envelhecidas os efeitos ocorreram com maior intensidade. Nestas, a perda e migração de pigmento, a mancha que se formou no papel e a compactação foram os efeitos que ocorreram com maior intensidade. Estes efeitos são favorecidos pelo facto das amostras estarem em imersão, e por isso proporciona-se a deslocação. O escurecimento, aglomeração e penetração de pigmento no suporte ocorreram de forma razoável, e a perda de intensidade da cor e a alteração do tom foram apenas ligeiras.

No caso das amostras envelhecidas apenas a compactação ocorreu de forma mais acentuada, e não se formou mancha no papel. Os restantes parâmetros avaliados ocorreram de forma moderada (Fig.16).

Relativamente à forma como os tipos de papel se comportaram perante este tratamento verificou-se que, no geral, o papel de veludo é o menos indicado para ser tratado por este método (Anexo C – Fig.1). Este facto poderá explicar-se pela forma como o pigmento se fixa no suporte, ou seja, as partículas de pigmento ficam soltas e presas entre as fibras. Já para os papéis Arches Aquarelle e papel preto Canson, a forma como o pastel adere ao suporte implica uma compactação exercida pelo próprio bastão, que faz com que as partículas adiram umas às outras e ao suporte. Para estes dois tipos de papel constatou-se que este seria o melhor tratamento a ser utilizado, caso se tratasse de um desenho a pastel envelhecido. Este facto explica-se por estas amostras apresentarem, no geral, menor intensidade de efeitos quando sujeitas a este tratamento, e comparadas com as tratadas pelos outros métodos. Este método foi considerado viável apenas para os casos acima referidos.

Os pigmentos também se comportaram de diferentes formas, sendo os pigmentos azul e preto, os que sofreram maiores alterações (Anexo C – Fig.2).

Tratamento por Imersão



LEGENDA: 1- Migração de pigmento; 2- Manchou o papel; 3- Perda de Pigmento; 4- Perda de Intensidade da Cor; 5- Escurecimento; 6- Alteração do tom; 7- Aglomeração de pigmento; 8- Compactação de pigmento; 9- Penetração do pigmento

Fig.16 – Gráfico representativo das alterações após o tratamento por imersão

Nas amostras não envelhecidas tratadas com sucção por vaporização de água, o efeito mais acentuado foi a compactação, o que se explica pelo efeito da sucção. Ocorreram também de forma acentuada a migração de pigmento, a formação de mancha no papel, a aglomeração, o escurecimento e a penetração do pigmento no suporte. A perda de intensidade da cor foi moderada, a alteração do tom foi apenas ligeira, e não houve perda de pigmento (Fig.17).

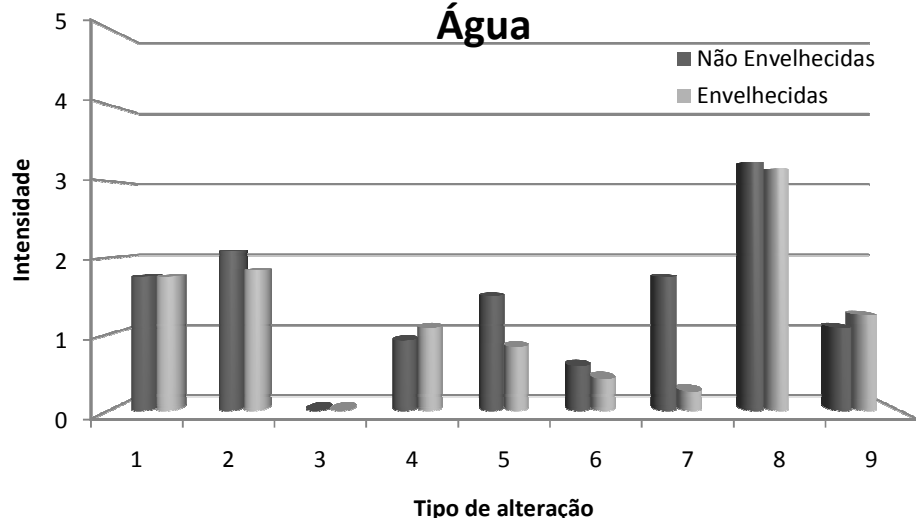
Nas amostras envelhecidas os efeitos foram, em geral, menos intensos mas com a mesma relação de intensidade entre os diferentes efeitos (Fig.17).

O tipo de papel que sofreu maior alteração com este tratamento foi o papel preto Canson, possivelmente por ser o que apresenta menor rugosidade (Anexo C – Fig.3). O aspecto visual que se observa nas amostras, em que estas apresentam uma mancha significativa, e acentuada compactação, bem como as alterações ao nível da cor em alguns pigmentos, faz com que este tratamento não seja considerado apropriado, para este tipo de papel. Nos restantes tipos de papel os efeitos também foram bastante intensos, o que torna este tratamento não aconselhável em nenhum dos tipos de papel estudados.

Relativamente aos pigmentos, neste caso foram também os pigmentos azul e preto que demonstraram maior intensidade de alteração (Anexo C – Fig.4).

Nas amostras não envelhecidas tratadas com humidificação ultra-sónica, a aglomeração, a compactação e a penetração de pigmento foram muito acentuadas. A perda de intensidade da cor e o escurecimento foram moderados. Os restantes efeitos não se verificaram com este tipo de tratamento (Fig.18).

Tratamento por Sucção com Vaporização de Água



LEGENDA: 1- Migração de pigmento; 2- Manchou o papel; 3- Perda de Pigmento; 4- Perda de Intensidade da Cor; 5- Escurecimento; 6- Alteração do tom; 7- Aglomeração de pigmento; 8- Compactação de pigmento; 9- Penetração do pigmento

Fig.17 – Gráfico representativo das alterações após o tratamento por sucção com vaporização de água

Para as amostras envelhecidas os efeitos foram inferiores, com excepção da compactação que foi ligeiramente superior (Fig.18).

Nos tratamentos por humificação ultra-sónica e método do IMC formaram-se gotas de água à superfície, nos papéis Arches Aquarelle e preto Canson, tornando esses métodos inadequados para esses dois tipos de papel. Este facto não sucedeu no papel de veludo, por ser mais poroso e absorver a água. No entanto, nas amostras em papel de veludo, a elevada intensidade da aglomeração, compactação e penetração do pigmento no suporte, tornam este tratamento pouco indicado para aplicação nos desenhos a pastel.

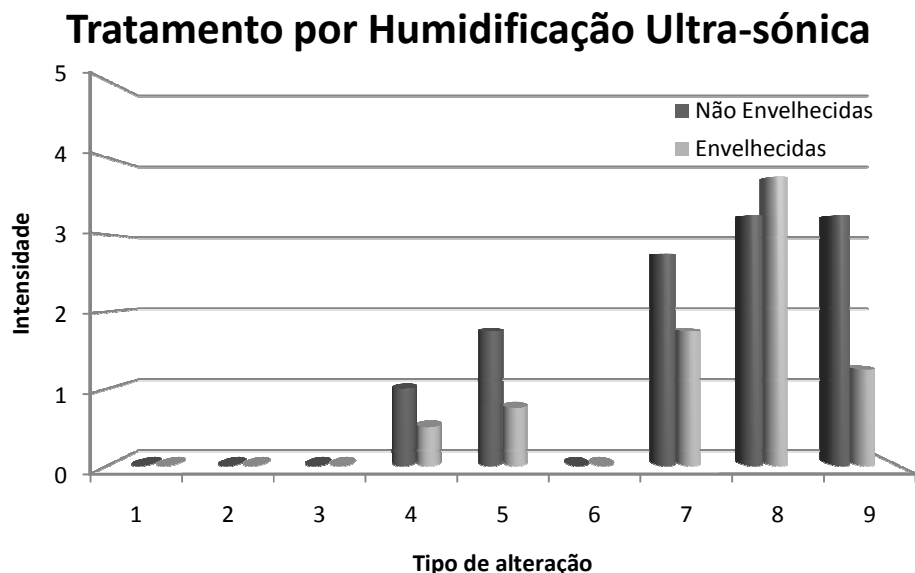
O pigmento que sofreu maior alteração com este tipo de tratamento foi o pigmento azul (Anexo C – Fig.5).

O tratamento com o método do IMC originou, nas amostras não envelhecidas, uma compactação do pigmento muito acentuada. Verificou-se escurecimento, aglomeração e penetração do pigmento moderados, e uma ligeira perda de intensidade da cor. Os restantes parâmetros avaliados não se registaram (Fig.19).

Nas amostras envelhecidas, os efeitos foram menos intensos que nas amostras não envelhecidas (Fig.19).

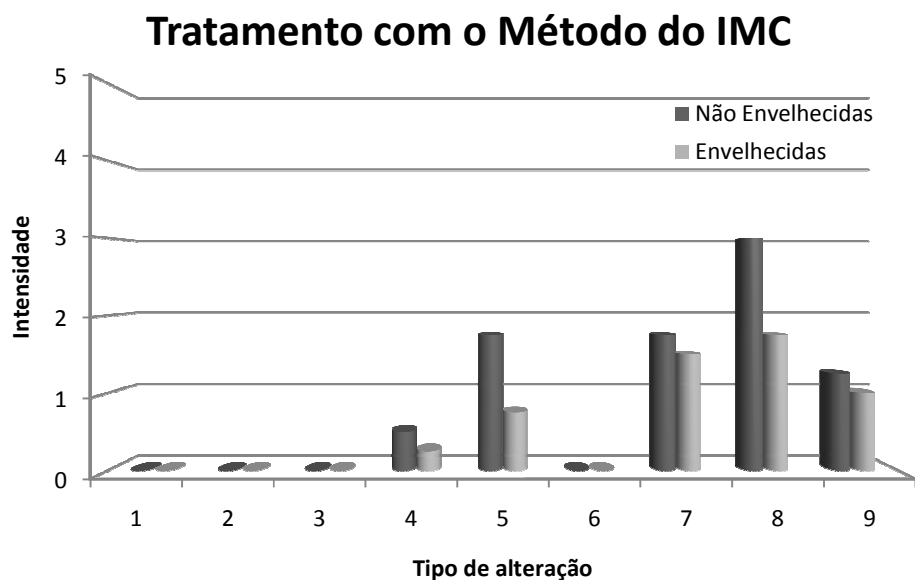
Para o papel de veludo, as amostras envelhecidas revelaram que este tratamento será o mais indicado para os desenhos a pastel neste suporte. As diferenças entre os efeitos ocorridos, neste tipo de tratamento e no tratamento anterior, estão provavelmente associadas ao processo de secagem, ou seja, ao facto de não ter sido feita nova humificação seguida de planificação/secagem, mas sim uma planificação/secagem logo após o tratamento.

Tal como para o método anterior (humidificação ultra-sónica) o pigmento que sofreu maior alteração foi o pigmento azul (Anexo C – Fig.6).



LEGENDA: 1- Migração de pigmento; 2- Manchou o papel; 3- Perda de Pigmento; 4- Perda de Intensidade da Cor; 5- Escurecimento; 6- Alteração do tom; 7- Aglomeração de pigmento; 8- Compactação de pigmento; 9- Penetração do pigmento

Fig.18 – Gráfico representativo das alterações após o tratamento por humidificação ultra-sónica



LEGENDA: 1- Migração de pigmento; 2- Manchou o papel; 3- Perda de Pigmento; 4- Perda de Intensidade da Cor; 5- Escurecimento; 6- Alteração do tom; 7- Aglomeração de pigmento; 8- Compactação de pigmento; 9- Penetração do pigmento

Fig.19 – Gráfico representativo das alterações após o tratamento com o método do IMC

De um modo geral, as amostras envelhecidas sofreram menor alteração nos diferentes parâmetros avaliados. O que deverá estar relacionado com a exposição das amostras à humidade, durante o envelhecimento, que terá ajudado a fixar o pigmento ao suporte [3]. É importante referir que os resultados obtidos para as amostras envelhecidas se aproximaram mais da realidade, tendo em conta

que a maioria das obras envelhecem naturalmente. No entanto, no caso de ser necessário tratar obras relativamente recentes, será importante ter em conta os valores e resultados obtidos com o tratamento das amostras não envelhecidas.

Pelo facto de as amostras envelhecidas apresentarem um comportamento mais próximo do real, e pelo facto de todos os métodos testados terem sido considerados desadequados para as amostras não envelhecidas, passar-se-á a avaliar apenas as amostras envelhecidas.

O método de sucção com vaporização de água apresenta em média maior intensidade de alteração (Tabela 15 e Fig.20). A migração de pigmento, a formação de mancha no papel e principalmente a compactação foram bastante elevadas (Fig.17). No entanto não se verificou perda de pigmento, e o valor médio da aglomeração é bastante reduzido. Já o método de tratamento por humidificação ultra-sónica, embora tenha uma média de alteração inferior (Fig.20), apresenta valores médios de compactação e aglomeração de pigmento uma unidade superiores, e de penetração de pigmento duas unidades superiores. No entanto, nas amostras tratadas com humidificação ultra-sónica não se verificaram migração de pigmento, formação de mancha no papel, perda de pigmento e alteração do tom (Fig.18). Os valores do desvio padrão (Tabela 15) ilustram estas discrepâncias entre os tipos de alteração. Para o método por humidificação ultra-sónica é preciso ainda referir que, para os papéis Arches Aquarelle e papel preto Canson, o estudo não foi continuado por estes terem sido considerados desadequados durante os tratamentos. Este facto indica que os dois métodos referidos são considerados os menos adequados.

Os tratamentos com imersão e método do IMC também apresentam um valor de desvio padrão significativo, embora algo inferior aos previamente mencionados (Tabela 15). O tratamento por imersão é o que apresenta o valor médio de alteração inferior (Tabela 15 e Fig.20), no entanto apresenta um valor médio de compactação elevado (Fig.16). A compactação foi mais evidente no papel de veludo, tendo sido este o responsável pelo aumento do valor médio. Os restantes parâmetros apresentam valores médios relativamente baixos. Este método foi considerado o mais adequado para desenhos a pastel sobre os papéis Arches Aquarelle e papel preto Canson. Na literatura, a utilização deste método para tratamento de desenhos a pastel, não é consensual.

O método do IMC apresenta um valor do desvio padrão semelhante ao do tratamento por imersão, e o valor médio de alteração foi ligeiramente superior (Tabela 15 e Fig.20). Para a avaliação do método do IMC é necessário ter em conta que foi considerado desaconselhável, para os papéis Arches Aquarelle e preto Canson. No entanto mesmo tendo em conta esse factor, este método continuaria com valores de alteração mais próximos do tratamento por imersão, do que dos outros referidos. Os efeitos que não verificaram com este método, foram os mesmos que não se verificaram no tratamento por humidificação ultra-sónica. No entanto os valores médios para a aglomeração de pigmento, penetração de pigmento no suporte, e principalmente da compactação foram inferiores (Fig.18 e Fig.19). O método do IMC foi considerado o mais adequado para o tratamento de desenhos a pastel em papel de veludo.

Métodos de Tratamento - Alteração amostras envelhecidas

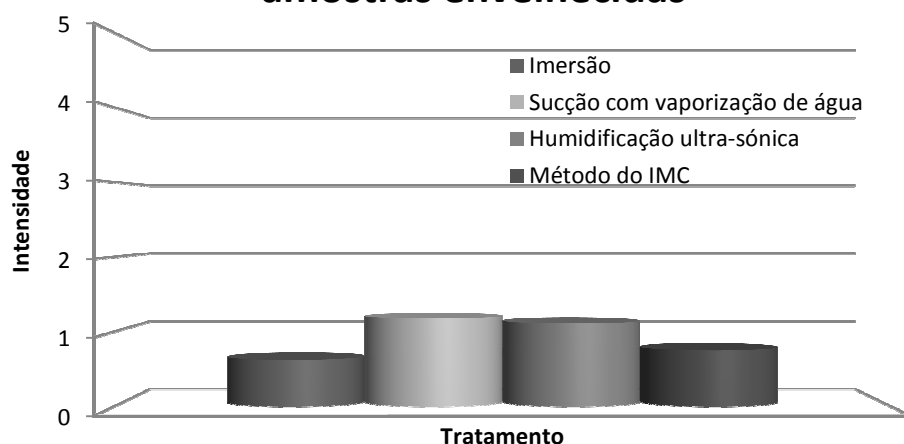


Fig.20 – Gráfico representativo da alteração média dos quatro métodos de tratamento testados

NOTA: Para os tratamentos por humidificação ultra-sônica e método do IMC, apenas foram contabilizados os valores das amostras em papel de veludo.

Tabela 15 – Valores médios e desvios padrão das alterações nos diferentes tratamentos

Método	Média	Desvio Padrão
Imersão	0,62	1,13
Sucção com vaporização de água	1,18	1,50
Humidificação ultra-sônica	1,11	1,47
Método do IMC	0,75	1,16

CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível concluir que não é aconselhável aplicar o método do IMC em todos os tipos de papel. No caso dos papéis testados, foi considerado o mais indicado para desenhos a pastel em papel de veludo.

Apesar de a literatura não ser consensual quanto à utilização da imersão como tratamento de desenhos a pastel, este foi considerado o mais adequado para os papéis Arches Aquarelle e papel preto Canson.

Para as amostras não envelhecidas todos os tratamentos testados foram considerados desaconselháveis.

REFERÊNCIAS

1. Moroz, R., "Aqueous Treatment in Pastel Conservation", *Restaurator* **1(1)** (1997) 39-49
2. Corrigan, C. III. 6 Pastel, in *Old master prints and drawings: a guide to preservation and conservation*, ed. Amsterdam University Press; Amsterdão (1997), pp. 72-74.
3. Burns, T., "Distinguishing between chalk and pastel in early drawing", in *The broad spectrum: studies in the materials, techniques, and conservation of color on paper*, ed. H. Stratis, Archetype Publications Ltd., Londres (2002) 12-16
4. Figueira, F.; Costa, R.; Campelo, J., "O sistema de acondicionamento e os materiais de um conjunto de pastéis de José Malhoa e as suas consequências no estado de conservação", *Conservar Património* **3-4** (2006) 3-16

5. Figueira, F; Campelo, J; Costa, R., "O método de intervenção em pastéis do Instituto Português de Conservação e Restauro", *Conservar Património* **2** (2005) 21-27
6. Flieder, F., "Study of the conservation of pastels", in *The service of conservation*, ed. N.S. Branelle, Science and Technology in the Service of Conservation IIC Preprints, Washington D.C. (1983) 71-72
7. Mayer, R., "8. Pastel", in *Manual do artista*, ed. R. Mayer, Martins Fontes, São Paulo (1999) 377-388
8. Simon, J., "The production, framing and care of English pastel portraits in the Eighteenth Century", *The Paper Conservator* **22** (1998) 10-20
9. Saunders, D., Slattery, M., Goldard, P. "Packing case design and testing for the transportation of pastels"; in *ICOM Committee for Conservation: 12th Triennial Meeting Lyon: 29 August – 3 September 1999*, ed. Janet Bridgland, James & James, Londres (1999) 100-105
10. Weidner, M.K.; Zachary, S, "The system: moisture chamber / suction table / ultrasonic humidifier / air filter", in *Conservation of historic and artistic works on paper: Symposium 88*, ed. H.D. Burgess, Canadian Conservation Institute, Ottawa (1994) 109-115
11. Smith, A.W., "Effects of aqueous treatment on the mechanical properties of paper", in *The interface between science and conservation: Occasional papers 116*, ed. S. Bradley, British Museum, Londres (1996) 59-65
12. Daniels, V.; Kosek, J., "Studies on the Washing Paper: Part 2: a comparison of different washing techniques used on an artificially discolored, sized paper", *Restaurator* **25**(4) (2004) 260-266
13. Daniels, V., "The effects of water treatments on paper with applied pastel or powder pigment", *The Paper Conservator* **22** (1998) 29-37
14. Kosek, J., "The porosity of pastels and the effect of water treatments on the section, a preliminary investigation", *The Paper Conservator* **14** (1990) 17-22
15. McKay, G., "Removing severe distortions in a pastel on canvas", *The Paper Conservator* **10** (1988) 24-26
16. Kosek, J., "The heyday of pastels on the eighteenth century", *The Paper Conservator* **22** (1998) 1-9
17. Townsend, J., "Analysis of pastel and chalk materials", *The Paper Conservator* **22** (1998) 21-27
18. Gettens, R. J.; Stout, G.L., *Painting Materials - A short encyclopaedia*, Dover Publications, Nova Iorque (1966)
19. Kendall, R., "Materials, Methods, and Meanings in Edgar Dega's late pastels". in *The broad spectrum studies in the materials, techniques, and conservation of color on paper*, ed.H.Stratis, Archetype Publications Ltd.,Londres (2002) 23-28
20. Stratis, H., "A technical investigation of Odilon Redon's pastels and noirs", *The Book and Paper Group Annual* **14** (1995) 87-103
21. <http://www.talens.com/english/> (acedido em 15-10-2009)
22. <http://www.winsornewton.com/> (acedido em 15-10-2009)
23. Montagna, G., *I Pigmenti - Prontuario per l'arte e il restauro*, Nardini Editore, Florença (1993)
24. Eastaugh, N., *Pigment Compendium - A dictionary of historical pigments*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford (2005)
25. <http://cameo.mfa.org/index.asp> (acedido em 13-06-2010)
26. Herbst, W., Hunger, K., *Industrial Organic Pigments*, Wiley-VCH, New York (2004)
27. Harley, R.D., *Artists' Pigments c. 1600-1835*, Archetype Publications, Londres (1982)

ANEXOS

ANEXO A

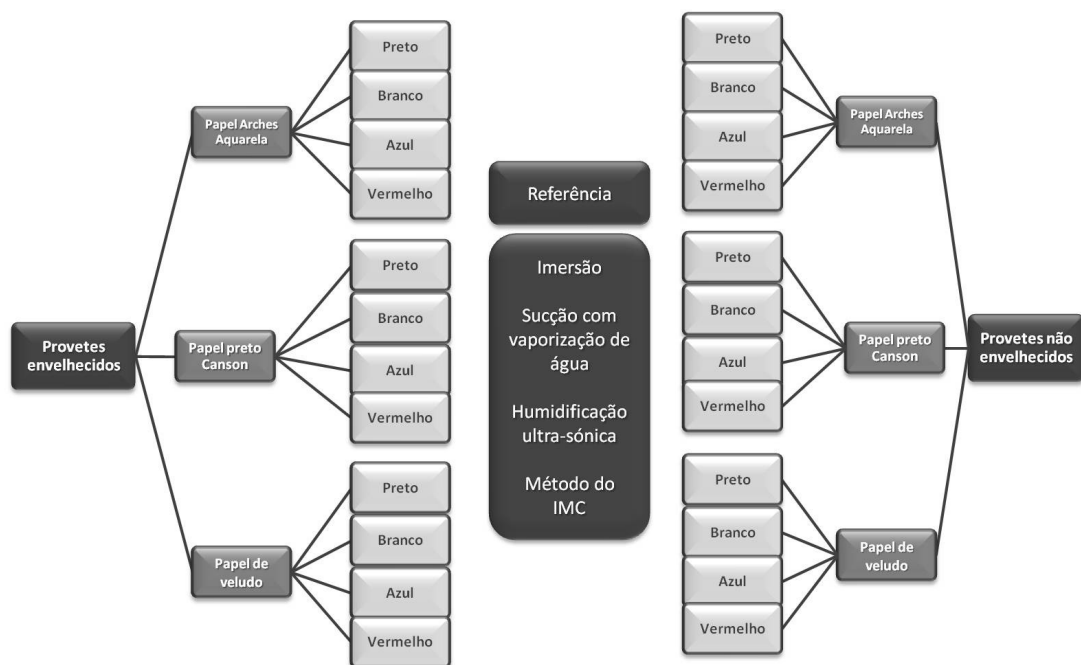


Fig.1 – Esquema dos provetes realizados para análise de comparação de, papéis, pigmentos e métodos

ANEXO B

Análises para determinação da composição dos pastéis

Para confirmar as informações do fabricante sobre os pigmentos usados no fabrico dos pastéis seleccionados para este estudo, bem como para a identificação das cargas dos mesmos, foram seleccionados os seguintes métodos de análise Micro-espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (μ -FTIR), Micro-espectrometria de Fluorescência de Raios X dispersiva de energias (μ -EDXRF), em que as amostras de pastel foram analisadas com célula de diamante, Micro-espectroscopia de difusão de Raman (μ -Raman). Estas técnicas são referidas na literatura como métodos de identificação da composição de pastéis [1].

A μ -FTIR permite analisar materiais orgânicos, tais como pigmentos em particular os orgânicos, mas também alguns inorgânicos. Esta técnica é também utilizada para determinar as cargas, tais como sulfato de bário, caulino ou carbonato de cálcio [1].

A técnica de μ -EDXRF permite identificar os elementos presentes no pastel, através das energias de raio-X que correspondem a cada um deles [1]. As análises dos espectros foram feitas com o programa ArtTAX V49.

A μ -Raman é uma técnica através da qual é possível identificar compostos. Permite a identificação de pigmentos inorgânicos, e alguns pigmentos orgânicos, no entanto há compostos como gomas, por exemplo o caso da goma tragacante, que emitem muita fluorescência, pelo que torna difícil a detecção destes compostos [1].

As composições dos compostos encontrados nos quatro pastéis seleccionados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição dos compostos identificados nos pastéis

Composto	Composição química
Óxido de Ferro (hematite e magnetite)	Fe_2O_3 e Fe_3O_4
Óxido de Zinco	ZnO
Complexo de Alumino-silicato de sódio com enxofre	$\text{Na}_8[\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\text{S}_n$
Ftalocianina de cobre	$[\text{C}_{32}\text{H}_{18}\text{N}_8]\text{Cu}_n$
Carbonato de cálcio	CaCO_3
Sulfato de bário	BaSO_4
Caulinite	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$

Pastel Preto

Os resultados da análise com μ -FTIR feita ao pastel preto (Fig.1) demonstram a possibilidade de terem sido utilizadas as seguintes cargas: sulfato de bário e carbonato de cálcio. A primeira é caracterizada pela banda tripla entre 1200 e 1050 cm^{-1} , que representa SO_4^{2-} , e uma banda entre 3700 e 3200 cm^{-1} . A segunda é caracterizada por uma banda entre 1490-1370 cm^{-1} e outra entre 910 e 850 cm^{-1} [2] (Tabela 2).

μ-FTIR - Pastel Preto

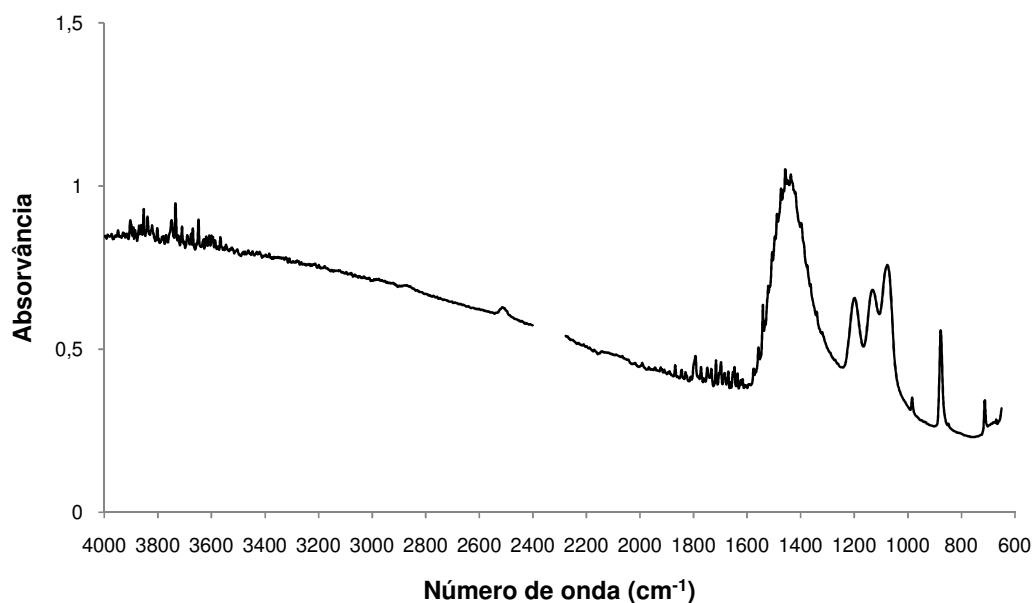


Fig.1 – Espectro de μ-FTIR do pastel preto

Tabela 2 – Bandas presentes no espectro de μ-FTIR do pigmento preto	
Compostos	Bandas
Sulfato de Bário	3700 – 3200 cm⁻¹
	1189 – 1066 cm⁻¹
Carbonato de Cálcio	1429 cm⁻¹
	875 cm⁻¹

A análise de *μ-Raman* ao pastel preto (Fig.2) corrobora a informação fornecida pelo fabricante quanto à utilização de óxido de ferro como pigmento, pela presença do pico característico da magnetite (Fe_3O_4) a 660 cm^{-1} , e de picos característicos da hematite (Fe_2O_3) a 1330, 611 cm^{-1} (se estiver presente está sobreposto com o pico da magnetite) (3). Relativamente às cargas é possível identificar alguns picos característicos do sulfato de bário, nomeadamente nos números de onda de 988, 617 (sobreposta com pico da magnetite), 463, e 453 cm^{-1} , e relativamente ao carbonato de cálcio, alguns picos característicos 713, 282, e 255 cm^{-1} [4] estão sobrepostos com os de outros compostos (Tabela 3).

μ -Raman - Pastel Preto

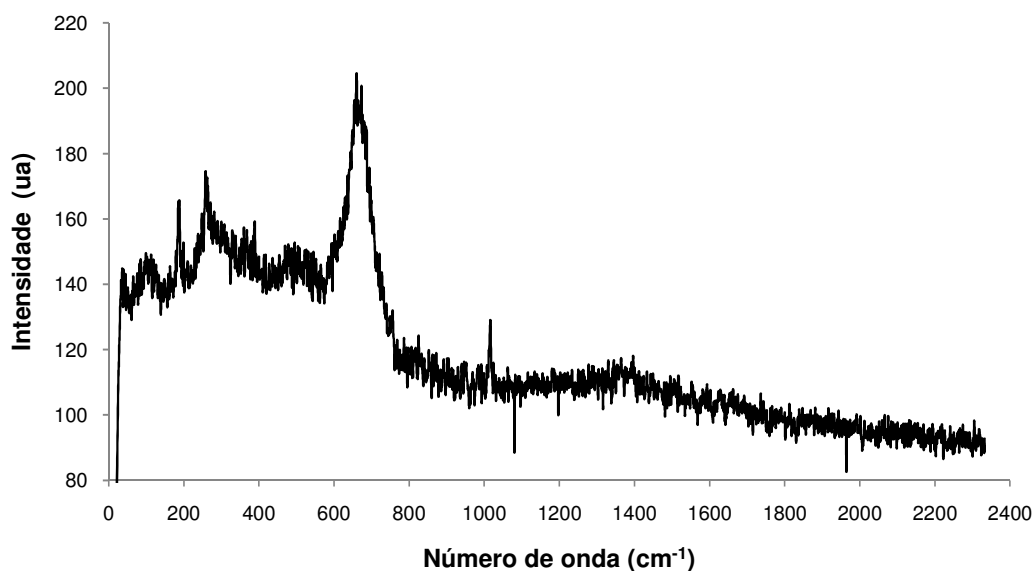


Fig.2 – Espectro de μ -Raman do pastel preto

Tabela 3 – Picos presentes no espectro de μ -Raman do pigmento preto

Compostos	Picos
Hematite	1330 cm ⁻¹
	611 cm ⁻¹
Magnetite	659 cm ⁻¹
	984 cm ⁻¹
Sulfato de Bário	616 cm ⁻¹
	469 cm ⁻¹
	454 cm ⁻¹
Carbonato de Cálcio	257 cm ⁻¹
	284 cm ⁻¹
	709 cm ⁻¹

Para o pastel preto o fabricante indicava a utilização do pigmento óxido de ferro. A análise do espectro de μ -EDXRF (Fig.3), aponta para a existência de óxido de ferro, devido à presença do pico de ferro (Fe), tal como as análises de μ -Raman apontavam. A presença do bário (Ba), do enxofre (S) e do cálcio (Ca) reforça a informação obtida com as análises de μ -FTIR, da utilização do sulfato de bário e de carbonato de cálcio como cargas respectivamente. Estas informações consolidam a informação obtida através das análises feitas com os outros métodos de exame e análise.

μ -EDXRF - Pastel Preto

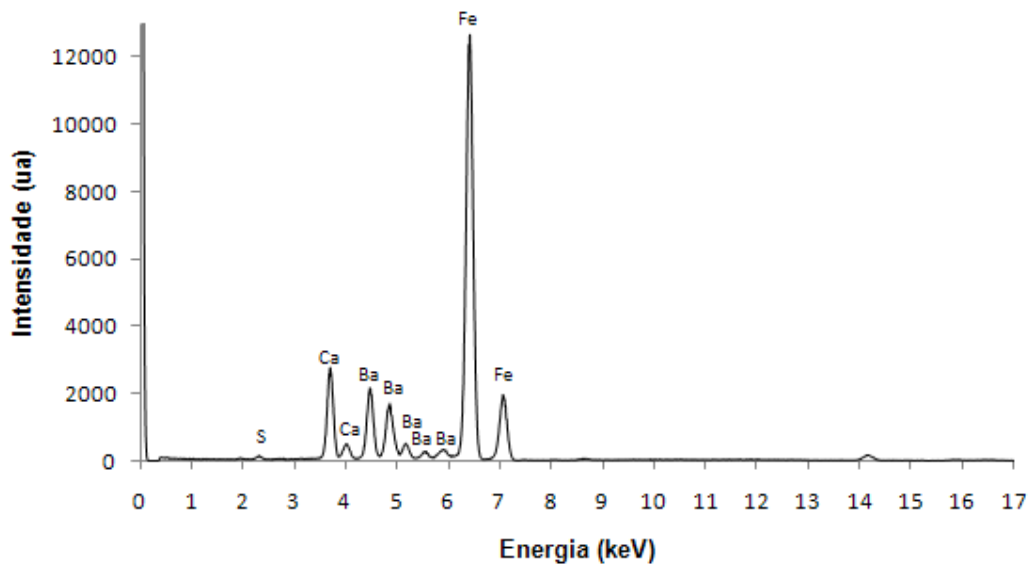


Fig.3 – Espectro de μ -EDXRF do pastel preto

Pastel Branco

A análise ao pastel branco com μ -FTIR (Fig.4) indica que este pode conter as mesmas cargas que o pastel preto, pela presença das mesmas bandas representativas destes materiais (Tabela 4).

μ -FTIR - Pastel Branco

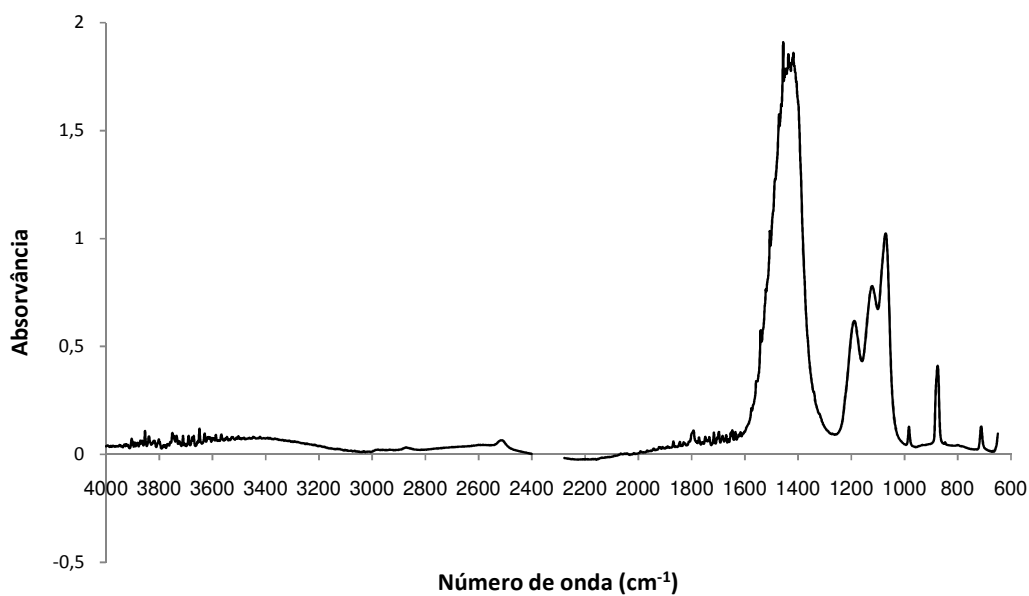


Fig.4 – Espectro de μ -FTIR do pastel branco

Tabela 4 – Bandas presentes no espectro de μ -FTIR do pigmento branco

Compostos	Bandas
Sulfato de Bário	3700 – 3200 cm^{-1}
	1145 – 1066 cm^{-1}
Carbonato de Cálcio	1417 cm^{-1}
	873 cm^{-1}

A análise μ -Raman ao pastel branco (Fig.5) indica a presença de óxido de zinco, pela existência de alguns dos picos característicos do óxido (embora alguns possam estar sobrepostos pelos picos das cargas), nomeadamente nos comprimentos de onda 1150, 658, 582 (sobreposta com um dos picos do sulfato de bário), 410 e 380 cm^{-1} [3] (Tabela 5).

Quanto às cargas podemos também observar alguns picos característicos do sulfato de bário e carbonato de cálcio [4], o que corrobora as análises anteriores (Tabela 5).

μ -Raman - Pastel Branco

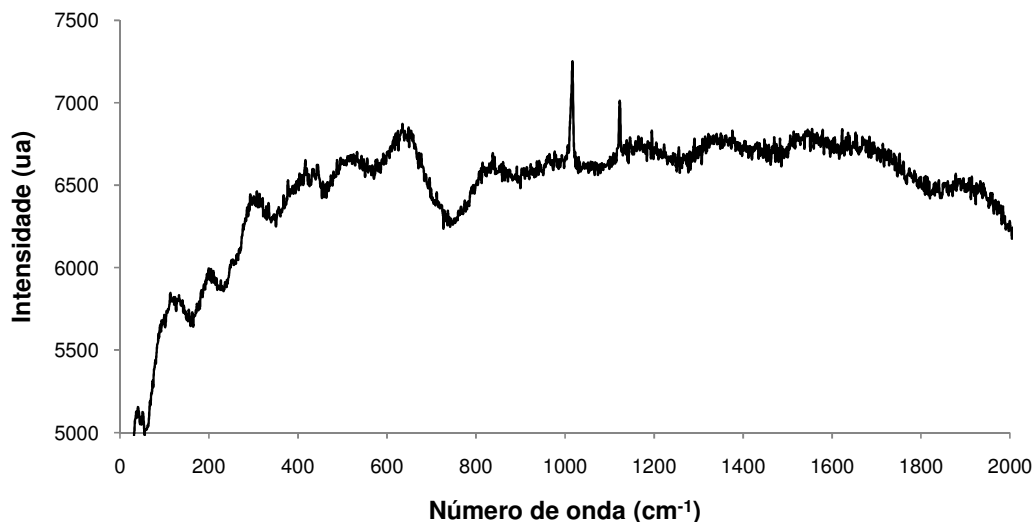


Fig.5 – Espectro de μ -Raman do pastel branco

Tabela 5 – Picos presentes no espectro de μ -Raman do pigmento branco

Compostos	Picos
Óxido de Zinco	1145 cm^{-1}
	650 cm^{-1}
	582 cm^{-1}
	415 cm^{-1}
	376 cm^{-1}
Sulfato de Bário	993 cm^{-1}
	620 cm^{-1}
	463 cm^{-1}
Carbonato de Cálcio	451 cm^{-1}
	28 cm^{-1}
	250 cm^{-1}

Na análise feita ao pastel branco com μ -EDXRF (Fig.6) a presença de zinco (Zn) é compatível com a indicação do fabricante, de que terá sido utilizado o óxido de zinco como pigmento, tal como sugeriam as análises feitas com μ -Raman. Tal como para o pastel preto, a presença do bário, do enxofre e do cálcio consolida a informação obtida com as análises de μ -FTIR, da utilização do sulfato de bário e de carbonato de cálcio como cargas respectivamente.

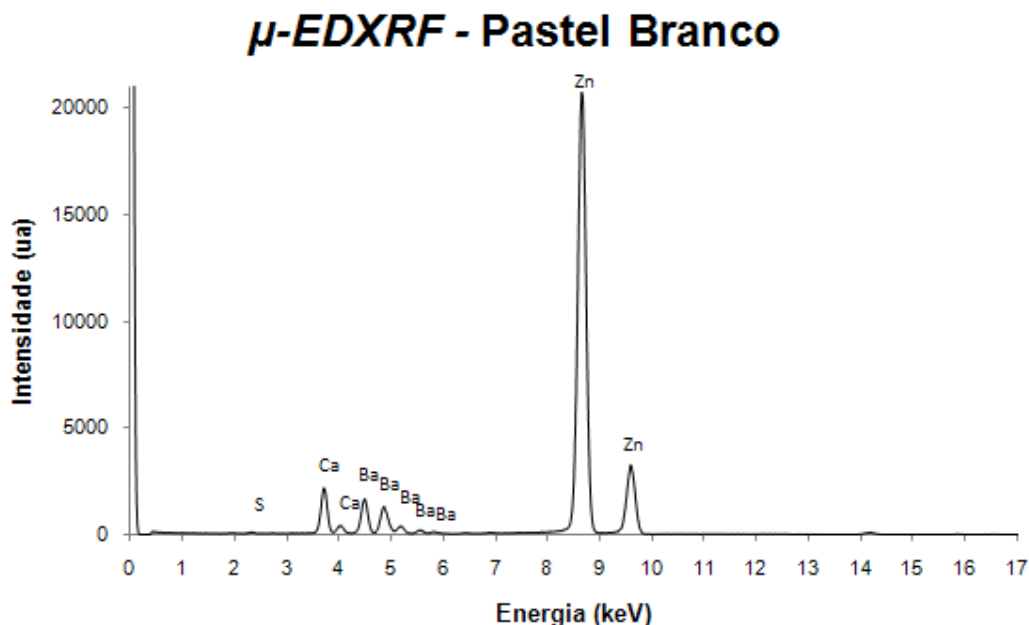


Fig.6 – Espectro de μ -EDXRF do pastel branco

Pastel Azul

A análise ao pastel azul com μ -FTIR (Fig.7) indica que podem ter sido utilizadas as cargas sulfato de bário e carbonato de cálcio, pela presença das bandas representativas destes materiais (Tabela 6). Com a análise é também possível considerar a possibilidade de conter o azul ultramarino indicado pelo fabricante, pela presença de uma banda característica deste composto entre 1150 e 950 cm^{-1} , embora esta esteja sobreposta à banda tripla característica do sulfato de bário [2] (Tabela 6).

A informação obtida através da análise com μ -Raman ao pastel azul (Fig.8) é compatível com a informação fornecida pelo fabricante, e sugerida pela análise de μ -FTIR, nomeadamente a presença de azul ultramarino sintético, caracterizado pelas seguintes bandas 1364, 1096, 807, 584, 548, 290 e 257 cm^{-1} visíveis no espectro [4] (Tabela 7). Relativamente às cargas podemos também observar alguns picos característicos do sulfato de bário e carbonato de cálcio [4], o que corrobora as análises anteriores.

μ -FTIR - Pastel Azul

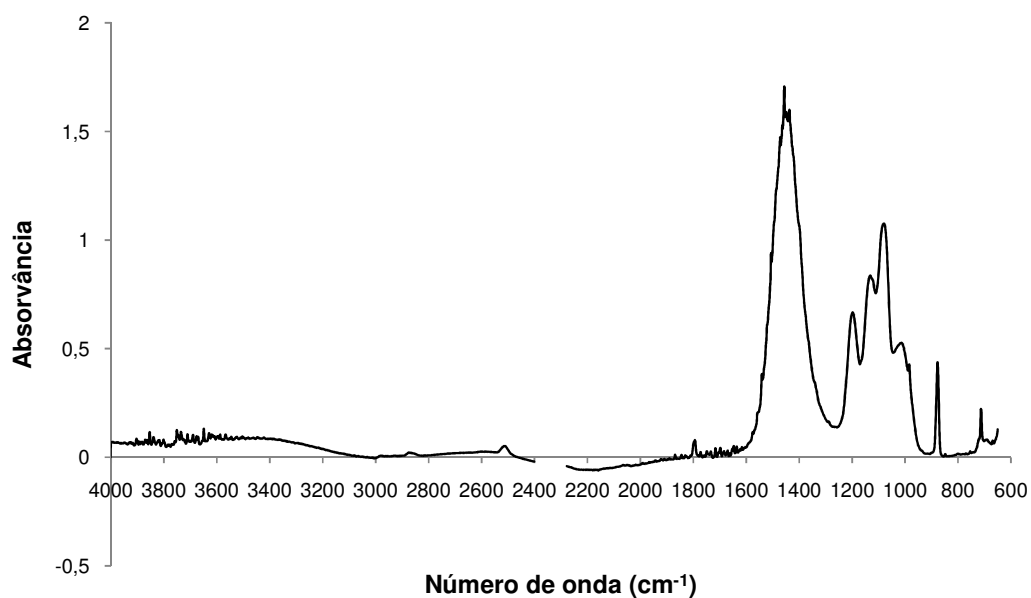


Fig.7 – Espectro de μ -FTIR do pastel azul

Tabela 6 – Bandas presentes no espectro de μ -FTIR do pigmento azul

Compostos	Bandas
Azul Ultramarino	998 cm^{-1}
Sulfato de Bário	3700 – 3200 cm^{-1}
	1189 – 1072 cm^{-1}
Carbonato de Cálcio	1456 cm^{-1}
	875 cm^{-1}

μ -Raman - Pastel Azul

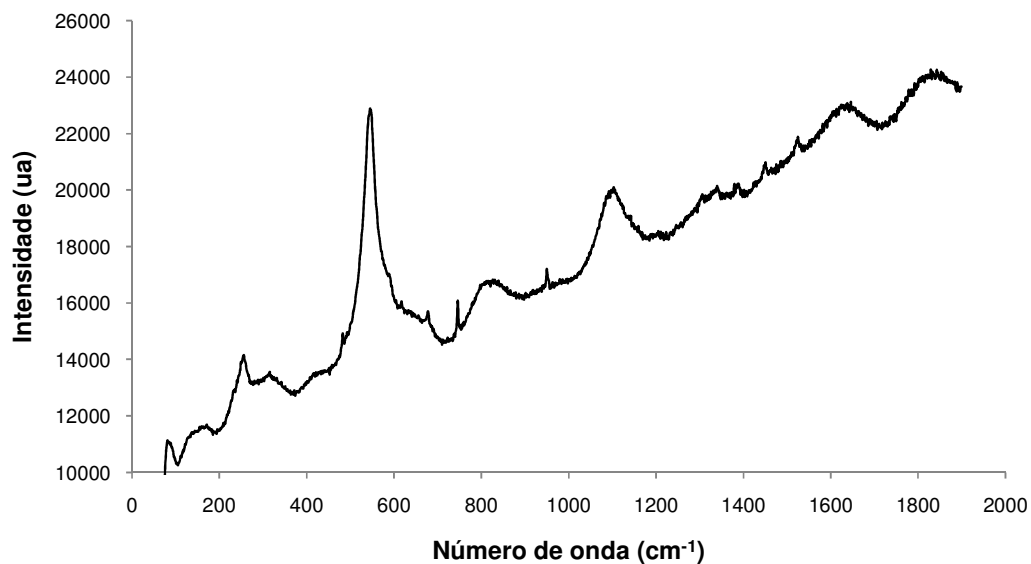


Fig.8 – Espectro de μ -Raman do pastel azul

Tabela 7 – Picos presentes no espectro de μ -Raman do pigmento azul	
Compostos	Picos
Azul Ultramarino	1364 cm^{-1}
	1088 cm^{-1}
	808 cm^{-1}
	579 cm^{-1}
	541 cm^{-1}
	248 cm^{-1}
	287 cm^{-1}
Sulfato de Bário	619 cm^{-1}
Carbonato de Cálcio	709 cm^{-1}
	283 cm^{-1}
	248 cm^{-1}

No espectro de μ -EDXRF do pastel azul (Fig.9), são visíveis os picos do alumínio (Al), do silício (Si), e do enxofre. A presença destes picos reforça a informação fornecida pelo fabricante e pelas análises anteriormente referidas, da utilização de azul ultramarino sintético (complexo de alumino-silicato com enxofre). Os picos do cobre (Cu) demonstram a possibilidade de conter a ftalocianina de cobre indicada pelo fabricante. Tal como para os pastéis preto e branco, a presença do bário, do enxofre e do cálcio consolida a informação obtida com as análises de μ -FTIR, da utilização do sulfato de bário e de carbonato de cálcio como cargas respectivamente.

μ -EDXRF - Pastel Azul

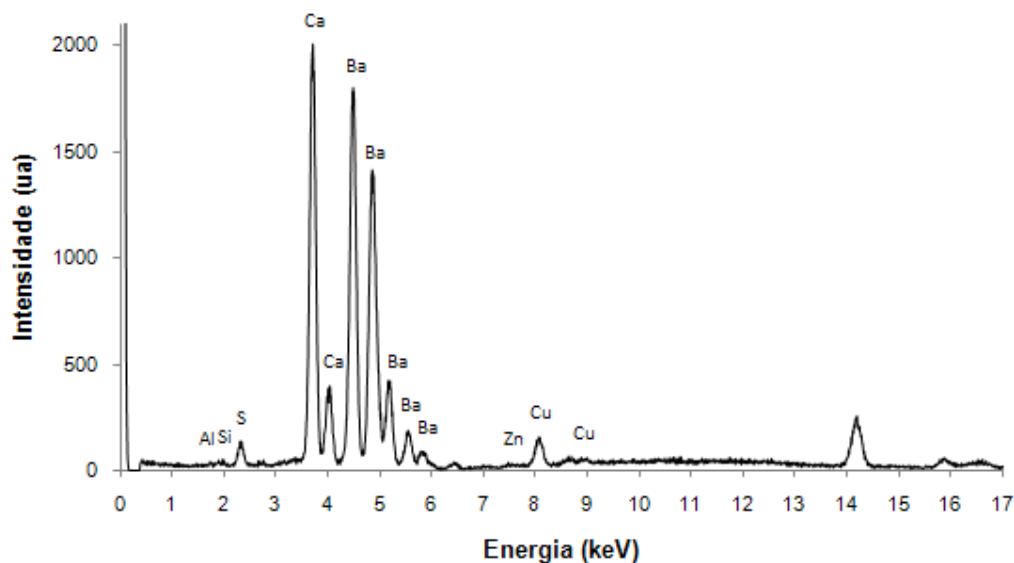


Fig.9 – Espectro de μ -EDXRF do pastel azul

Pastel Vermelho

Com a análise de μ -FTIR ao pastel vermelho (Fig.9) foi possível identificar bandas de uma carga igual à dos restantes pastéis, o carbonato de cálcio. Foram também identificadas bandas de uma carga diferente, o caulino. As bandas características da última são bastante evidentes, nomeadamente a banda entre 3700 e 3200 cm^{-1} , a banda entre 1100 e 1000 cm^{-1} , que representa a ligação Si-O-Si, e pela banda entre 910 e 830 cm^{-1} [2] (Tabela 8).

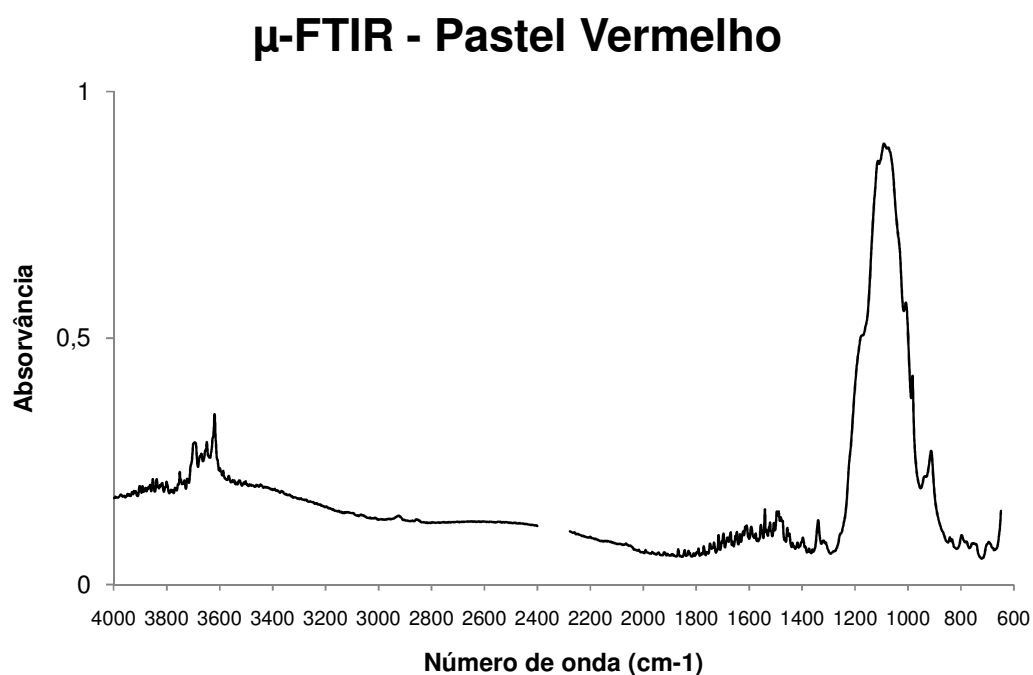


Fig.9 – Espectro de μ -FTIR do pastel vermelho

Tabela 8 – Bandas presentes no espectro de μ -FTIR do pigmento vermelho	
Compostos	Bandas
Caulino	3700 – 3200 cm^{-1}
	1066 cm^{-1}
	908 cm^{-1}
Carbonato de Cálcio	1473 cm^{-1}
	908 cm^{-1}

As argilas são materiais difíceis de detectar no Raman se misturadas com outros pigmentos [4] no entanto, na análise feita ao pastel vermelho (Fig.10), é possível detectar dois picos característicos da caulinite, nomeadamente 650, 627 cm^{-1} [5] Tabela 9. É também possível observar picos característicos do sulfato de bário e do carbonato de cálcio. Relativamente ao pigmento, a grande quantidade de picos existentes no espectro, pode indicar que se trata de um pigmento orgânico, pelo que se pode considerar que a informação do fabricante poderá estar correcta.

μ -Raman - Pastel Vermelho

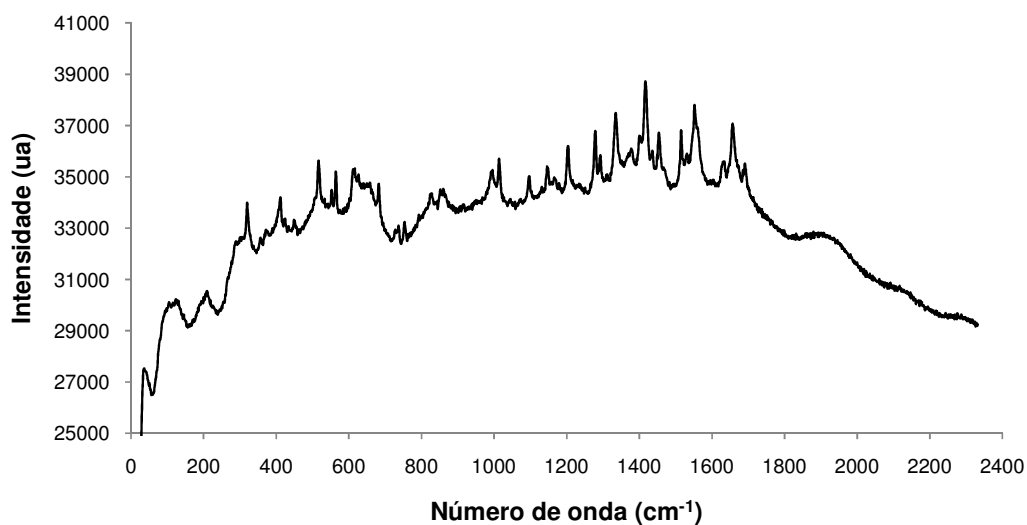


Fig.10 – Espectro de μ -Raman do pastel vermelho

Tabela 9 – Picos presentes no espectro de μ -Raman do pigmento vermelho

Compostos	Picos
Caulinite	647 cm^{-1}
	621 cm^{-1}
Sulfato de Bário	987 cm^{-1}
	621 cm^{-1}
Carbonato de Cálcio	284 cm^{-1}

Relativamente às análises feitas ao pastel vermelho com μ -EDXRF (Fig.11), a presença do cálcio corrobora a possibilidade obtida através das análises de μ -FTIR, da utilização de carbonato de cálcio como carga. O pico que indica a presença de alumínio, juntamente com o silício, indica a presença da outra carga referida, o caulino. A presença do bário e do enxofre acrescenta a informação da presença de sulfato de bário utilizado como cargas.

μ -EDXRF - Pastel Vermelho

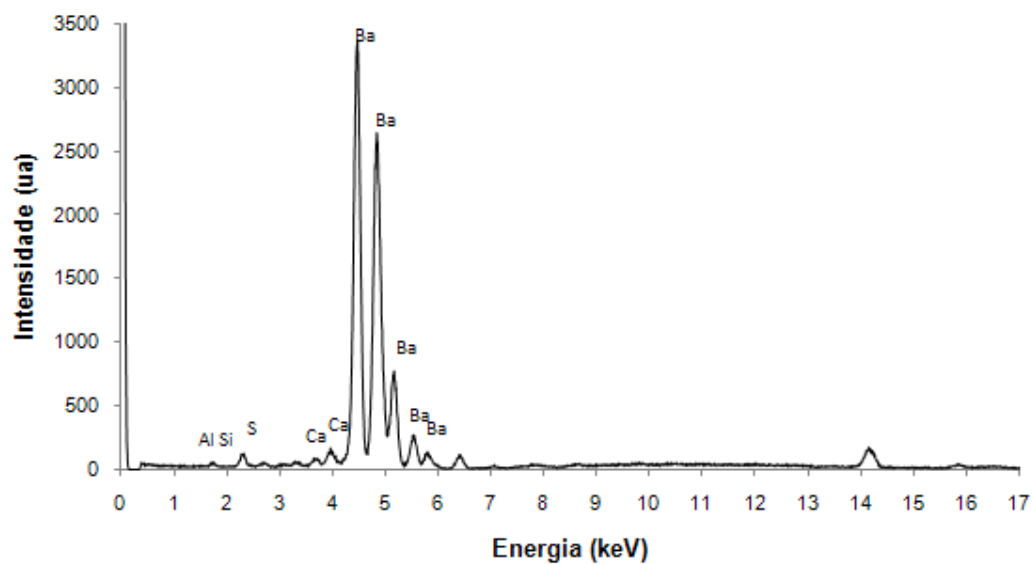


Fig.11 – Espectro de μ -EDXRF do pastel vermelho

ANEXO C

Tratamento por Imersão

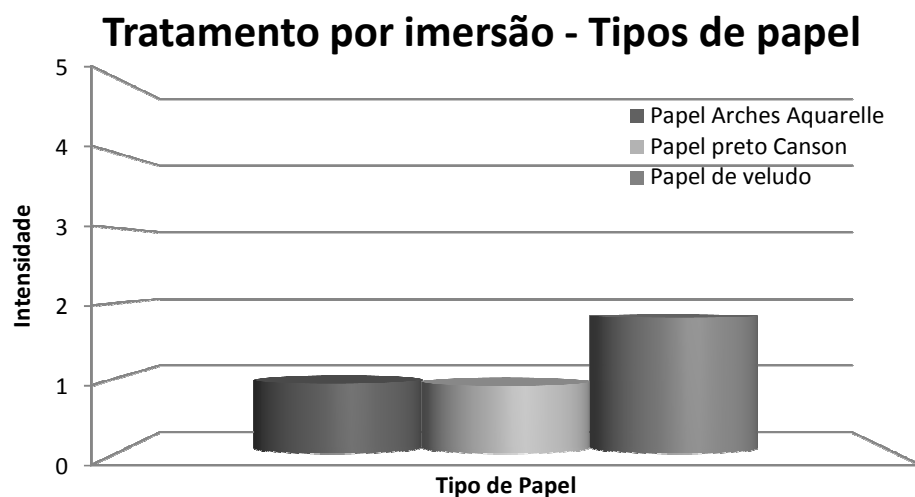


Fig.1 – Gráfico representativo da intensidade dos efeitos dos tratamentos aquoso após o tratamento por imersão, nos diferentes tipos de papel

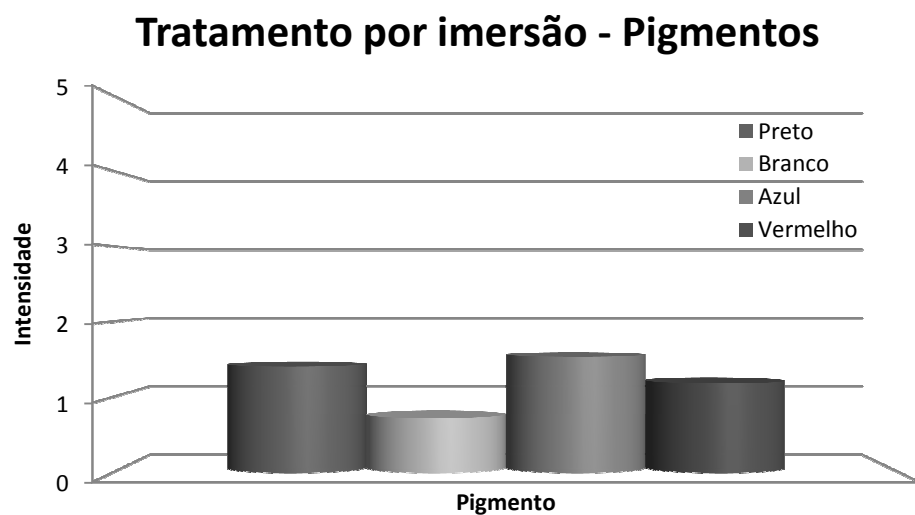


Fig.2 – Gráfico representativo da intensidade dos efeitos dos tratamentos aquoso após o tratamento por imersão, nos diferentes pigmentos

Tratamento por Sucção com Vaporização de Água - Tipos de papel

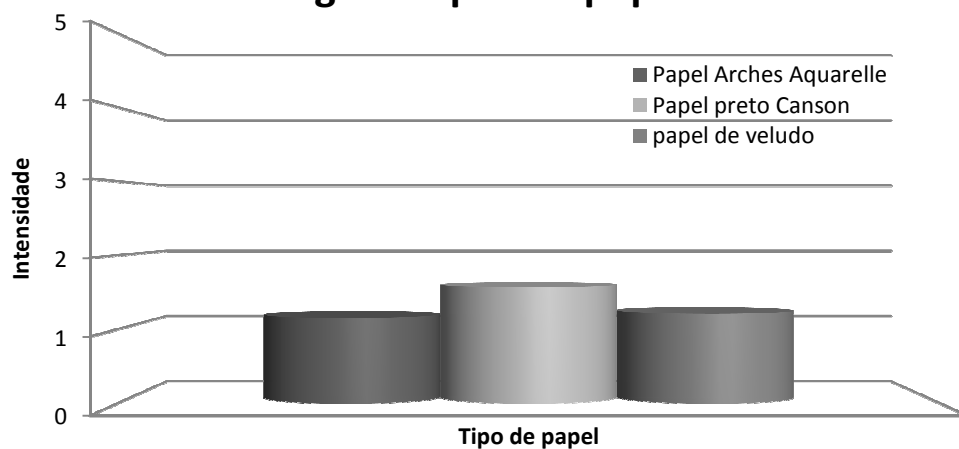


Fig.3 – Gráfico representativo da intensidade dos efeitos dos tratamentos aquoso após o tratamento por Sucção com Vaporização de Água, nos diferentes tipos de papel

Tratamento por Sucção com Vaporização de Água - Pigmentos

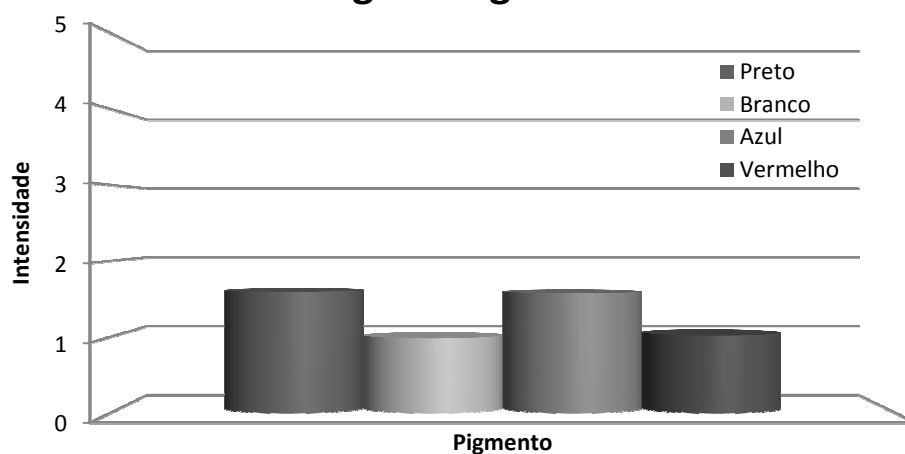


Fig.4 – Gráfico representativo da intensidade dos efeitos dos tratamentos aquoso após o tratamento por Sucção com Vaporização de Água, nos diferentes pigmentos

Tratamento por Humidificação Ultra-sónica

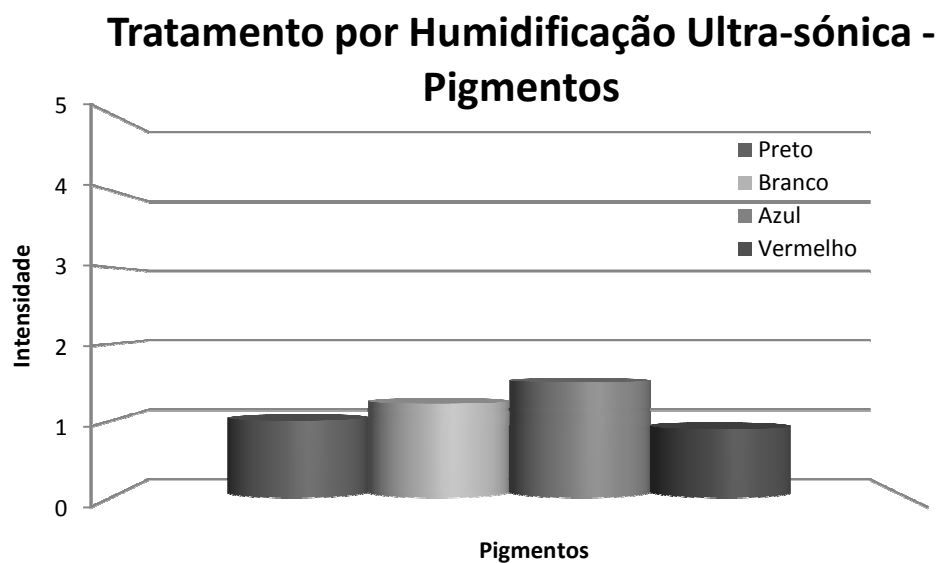


Fig.5 – Gráfico representativo da intensidade dos efeitos dos tratamentos aquoso após o tratamento por Humidificação Ultra-sónica, nos diferentes pigmentos

Tratamento com o Método do IMC

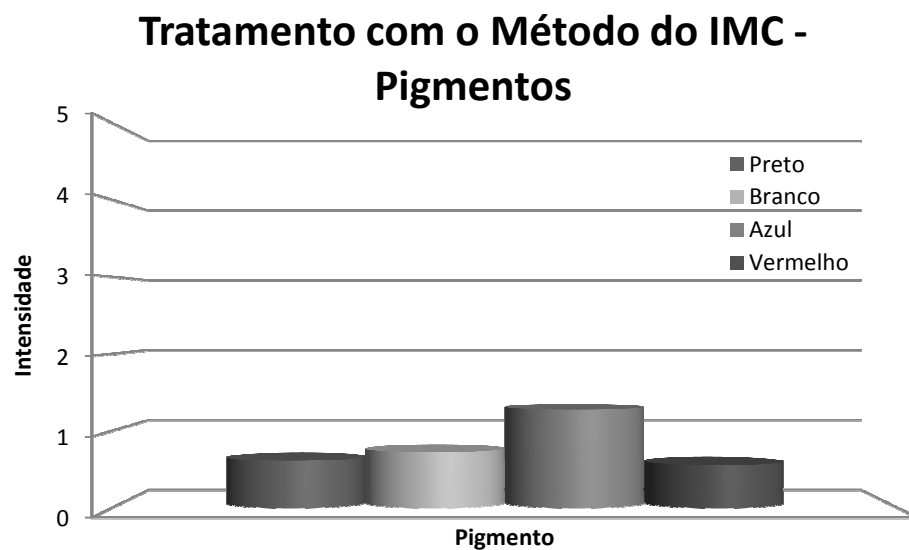


Fig.6 – Gráfico representativo da intensidade dos efeitos dos tratamentos aquoso após o tratamento com o Método do IMC, nos diferentes pigmentos

REFERÊNCIAS

1. Townsend, J., "Analysis of pastel and chalk materials", *The Paper Conservator* **22** (1998) 21-27
2. Derrick, M. R., Sulik, D., Landry J. M., *Infrared spectroscopy in conservation science*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles (1999)
3. Bouchard, M., Smith, D.C., "Catalogue of 45 reference Raman spectra of minerals concerning research in art history or archaeology, especially on corroded metals and coloured glass", *Spectrochimica Acta Part A* **59** (2003) 2247-2266
4. Correia, A.M., Oliveira M.J., Clark R.J., Ribeiro M.I., Duarte M.L., "Characterization of Pousão Pigments and Extenders by Micro-X-ray Diffractometry and Infrared and Raman Microspectroscopy", *Analytical Chemistry* **80** (5), (2008) 1482-1492
5. Waal, D., Legodia, M.A., "Raman spectroscopic study of ancient South African domestic clay pottery", *Spectrochimica Acta Part A* **66** (1) (2007) 135-142.